Untersuchungen über die Verarbeitung der menschlichen Fäkalien zu einem brauchbaren Düngemittel, mit besonderer Berücksichtigung ungarischer Verhältnisse.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität

Halle-Wittenberg

ACAD.
HUNGAR. BAT.
BIBL.

vorgelegt von

Julius v. Baskay

aus **Puszta-Kecskéd** (comitat Nógrád) Ungarn.

Halle a. S.
Hof-Buchdruckerei C. A. Kaemmerer & Co.
1914.

Referent:
Herr Kaiserlicher Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. **F. Wohltmann.**

Meinen geliebten Geschwistern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544302_0367

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 7

I. Teil.

A. Über die Fäkalien im Allgemeinen.

1. Die Menge und Zusammensetzung der menschlichen Exkremente 12
2. Die theoretische Beurteilung der menschlichen Exkremente 17
3. Die Behandlung der Fäkalien in der Gegenwart in Ungarn 19

B. Die Konservierung der Fäkalien.

4. Über die bei den Versuchen angewandten konservierenden Stoffe 25
   a) Torf 26
   b) Superphosphat 30
   c) Gips 35
   d) Gebrannter Kalk 37
5. Eigene Laboratoriumsversuche 38
   a) Versuche mit Harn 39
   b) Versuche mit Kot 53
   c) Versuche mit gemischten menschlichen Exkrementen 63
6. Die bei den Versuchen gewonnenen Erfahrungen über die Desinfektion 73
7. Zusammenfassung 81

II. Teil.

Vegetationsversuche.

8. Die Anstellung der Versuche 86
9. Die Entwicklung der Versuchspflanzen 91
10. Die Ergebnisse der Versuche 92

III. Teil.

11. Die Bedeutung der Fäkalfrage vom volkswirtschaftlichen Gesichtspunkte 97

Einleitung.

Die Entwicklung der Agrikulturchemie und der Ackerbauwissenschaft in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, besonders in den 80er und am Anfange der 90er Jahre, bewirkten, daß man die landwirtschaftliche Verwertung der menschlichen Fäkalien näher ins Auge faßte.

Diese Bestrebung ging zurück auf die, den vollständigen Ersatz der Pflanzennährstoffe fordernde, allgemein bekannte Theorie der „Statik" Liebigs. Als Ergebnis seiner Folgerungen nennt er die großen Städte „die Vampyre", welche dem landwirtschaftlichen Körper die Kraft aussaugen! Es ist nicht zu leugnen, daß diese Behauptung des großen Gelehrten, dessen Auftreten nicht nur auf die Landwirtschaft, sondern auch auf die gesamte Volkswirtschaftspolitik einen entscheidenden Einfluß ausgeübt hat, auch den Anstoß zu der genannten Bestrebung gab. Liebigs Anregung mußte besonders deshalb auf fruchtbaren Boden fallen, weil bereits in jener Zeit die Tendenz zu einer Konzentration der Bevölkerung in den Städten sich zeigte und, weil die starke Bevölkerungsvermehrung im allgemeinen an die Leistung der Landwirtschaft erhöhte Anforderungen stellte, sie so zu einer Intensivierung des Betriebes zwang. Dennoch dauerte es geraume Zeit, bis sich Liebigs Theorien in den Kreisen der Landwirte die nötige Beachtung verschafft hatten, und erst in den 80er Jahren begann ein Streben nach syste-

matischer Ausnützung der menschlichen Fäkalien zu Düngungszwecken.

Daß diese Frage aber auch wirklich mit der Vermehrung der Bevölkerung in Zusammenhang steht, beweist die Tatsache, daß diese Art von Verwertung in China und Japan, wo infolge der hohen Einwohnerzahl die intensivste, sozusagen gartenmäßige Bebauung des Bodens herrscht, sich einer allgemeinen Anwendung erfreut.

Wie mir durch die Schilderung eines japanischen, auch in Halle arbeitenden Kollegen, Herrn K. Nagai, — dem an dieser Stelle mein bester Dank ausgesprochen sei — bekannt ist, werden in Japan die menschlichen Exkremente auf das vollkommenste ausgenutzt. In den Dörfern und großen Städten werden dieselben ganz regelrecht gesammelt und bilden das Eigentum der Hausbesitzer, die dann das jährliche Quantum einer ca. 5—6gliedrigen Familie im Werte von 12—15 Mark zu veräußern pflegen. Zu berücksichtigen ist noch dabei, daß die Kaufkraft des Geldes in Japan viel höher ist als bei uns. Kürzlich sind bereits in den großen japanischen Städten Fäkaliengeschäfte entstanden, welche die Vermittlung zwischen den städtischen Bewohnern und den Landwirten besorgen.

Es ist dort allgemeiner Brauch, daß der japanische Bauer, der Verkaufsgegenstände mit seinem Wagen auf den städtischen Markt bringt, aus der Stadt mit Fäkalien beladen zurückkehrt. Für uns ist das Interessanteste an der Sache, daß die Japaner die Fäkalien in ihrem natürlichen Zustande zum Düngen benutzen. Sie bewahren die Exkremente in großen, in die Erde versenkten Behältern so lange auf, bis die festen Bestandteile sich in dem vorhandenen flüssigen von selbst auflösen, sodann benützen sie diese entweder unverändert, oder mit Wasser verdünnt, als Dünger, hauptsächlich aber zum Begießen von Grünzeug und Gemüsearten. Allgemeine Regel ist, daß dieselben zu Kartoffeln in ihrer ursprünglichen Kon-

zentration, für Gemüsearten jedoch mit Wasser im Verhältnis 1:2 verdünnt angewendet werden. Die über ein Jahr zugedeckt aufbewahrten Fäkalien stellen eine grünlich-bräunliche Flüssigkeit dar, in welcher die festen Exkremente vollkommen gelöst sind, und diese Lösung soll zum Begießen der Blumen, — auf Grund der eigenen Praxis meines Gewährsmannes — als erstklassig zu empfehlen sein! Die Tatsache, daß auch die städtischen Bewohner die Fäkalien zum Begießen ihrer Blumen anwenden, zeigt, wie weit dort das Verständnis für den Wert dieses Düngers geht.

Die allgemeine Entwicklung des Ackerbaues: Brandwirtschaft, Weidewirtschaft, Feldersystem, schreitet bei uns parallel mit der Vermehrung der Bevölkerung vor; der zunehmende Konsum und die dadurch nötig gemachte stärkere Ausnützung des Bodens zwang in immer steigendem Maße zu einem Ersatz der entzogenen Stoffe. Diesen fand man bei uns zuerst in den reichlich zur Verfügung stehenden tierischen Exkrementen. Als dann auch diese für die Produktion nicht mehr genügten, war die Landwirtschaft gezwungen, andere zu suchen.

Dieser Zustand ist in China und Japan viel früher eingetreten, weil die Viehzucht dort außerordentlich schwach war; man hat daher den entsprechenden Dünger für die erforderliche Erhöhung der Produktion, — wie wir es eben bereits gesehen haben —, in den menschlichen Fäkalien gefunden.

Weshalb dieser Gebrauch sich bei uns in Europa nicht eingebürgert hat, dafür finden wir die beste Erklärung in der gegenwärtigen Anwendung künstlicher Düngemittel, mit welchen Nährstoffen die Wissenschaft unsere Landwirtschaft in so günstiger Art und Form überraschte, daß ihre schon eben erwachende, auf die Fäkalien gerichtete Aufmerksamkeit von diesen weniger angenehmen Stoffen wieder abgelenkt wurde.

So sehr aber auch die künstlichen Düngemittel den Ansprüchen einer intensiv gesteigerten landwirtschaftlichen Produktion entsprechen, so drängt sich uns trotzdem unwillkürlich die Frage auf: ob es angesichts dessen, daß wir zur Erhaltung der Produktionskraft unseres Bodens Millionen für Kunstdünger, — noch dazu meistens für ausländischen Kunstdünger —, ausgeben, rationell sei, gleichzeitig Millionen von Werten in Form von menschlichen Fäkalien ohne jede Verwertung und sogar mit lästigen Begleiterscheinungen zugrunde gehen zu lassen? eine Frage, auf welche man vom volkswirtschaftlichen Standpunkte unter allen Umständen eine verneinende Antwort geben muß!

Davon angeregt, beabsichtige ich, im Nachstehenden die Aufmerksamkeit von neuem auf die schon oft genug umstrittene Frage der landwirtschaftlichen Verwertung von menschlichen Fäkalien zu lenken. Ich habe hierbei mein Augenmerk besonders auf die Lösung einer praktischen Frage gerichtet, nämlich: *die menschlichen Fäkalien mit Hilfe der Torfstühle und des Tonnensystems vor Stickstiffverlust möglichst zu bewahren und sie zu einem gebrauchsfähigen Dünger zu verarbeiten.* Ich habe dabei besonders die Verhältnisse im Auge, wie sie in meiner Heimat, in *Ungarn,* gegeben sind.

In Ungarn, wo abgesehen von einzelnen größeren Städten, $^4/_5$ der Bevölkerung in Dörfern und in kleineren Städten wohnen, halte ich dieses System des Sammelns von menschlichen Fäkalien sowohl in landwirtschaftlicher als auch in allgemeiner hygienischer Hinsicht für das praktischste. Das bei diesem System bisher allein angewendete Konservierungsmittel, der Torf, entspricht aber den gestellten Ansprüchen nicht vollkommen, weil er nicht nur kein ausreichendes Desinfektionsmittel ist, sondern uns nicht einmal die Sicherheit gibt, die in den Fäkalien befindlichen so wertvollen Stickstoffverbindungen zu bewahren. *Meine Arbeit bezweckt die Ergänzung und die*

Vervollkommnung unserer Kenntnisse solcher Konservierungsmittel in der erwähnten Richtung. Sie behandelt also einen speziellen Teil aus dem Gebiete der Düngerkonservierung, auf welchem — insbesondere in der deutschen wissenschaftlichen Welt — schon viel gearbeitet worden ist und wichtige Resultate erreicht worden sind.

Von diesen Arbeiten habe ich neben den Versuchen von Prof. Dr. Fr. Holdefleiß[1]) — dessen Stalldüngerversuche in einem, der Praxis entsprechenden Quantum (120 Ztr.) angestellt waren und welche zu wichtigen mit praktischem Nutzen verbundenen Resultaten geführt haben —, ferner die in dieser Richtung durchgeführten Arbeiten des Prof. Dr. Wolff[2]) und Prof. Dr. H. Immendorf[3]) berücksichtigt. Zur Anwendung von *gebranntem Kalk* wurde ich erst durch meinen ehemaligen, hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. Nyiredy (Kassa) angeregt und durch die Erfahrungen von Wolff weiter angespornt. Ferner haben mich die Versuche rein wissenschaftlichen Charakters von Immendorf, — bei welchem er das Verhalten des Stickstoffgehaltes einer ganz kleinen Menge (ca. 0,5 g) getrockneten Blutes gegenüber verschiedenen Konservierungsmitteln beobachtete —, zur Anwendung von Superphosphat veranlaßt, sowie mir für die Durchführung der Versuche allgemeine Anhaltspunkte gegeben.

---

1) Fr. Holdefleiss: Untersuchungen über den Stallmist. Breslau 1889.

2) E. Wolff: Beobachtungen über das chemische Verhalten des Stallmistes bei längerer Aufbewahrung. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen 1859. S. 123—146.

3) H. Immendorf: Über die Wirksamkeit der wichtigsten chemischen Konservierungsmittel des Stalldüngers. Journal für Landwirtschaft 1893. S. 1—56.

I. Teil.

A. Über die Fäkalien im Allgemeinen.

1. Die Menge und Zusammensetzung der menschlichen Exkremente.

Die Menge der menschlichen Exkremente ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Sie hängt in erster Linie von der Qualität unserer Nahrungsmittel ab, nämlich davon, ob wir Nährstoffe pflanzlichen Ursprungs in größerer Menge oder mehr tierische Nährstoffe zu uns nehmen, welche letzteren in bezug auf den Nährwert konzentrierter sind. Die Menge der Exkremente hängt ferner auch vom Geschlecht ab: die der Männer ist von derjenigen der Frauen verschieden und ist schließlich auch wesentlich vom Alter eines Menschen abhängig.

Mit der Bestimmung der Menge der menschlichen Exkremente haben sich schon viele befaßt. Als Grundlagen meiner Berechnungen stütze ich mich auf die von Dr. Heiden angegebenen Daten,[1]) die Dr. Müller und später Dr. Vogel[2]) als maßgebend anerkannt haben, jedoch Dr. Vogel mit der Einschränkung „völlig zutreffende Angaben hierüber wird niemand machen können". Laut diesen Daten scheidet eine Person im Mittel beider Geschlechter und aller Lebensalter im Durchschnitte aus:

in einem Tage			in einem Jahre		
Kot	Harn	Zusammen	Kot	Harn	Zusammen
g	g	g	kg	kg	kg
133,0	1200,0	1333,0	48,5	438,0	486,5

1) Dr. Heiden: Die menschlichen Exkremente. Hannover 1882. S. 8

2) Dr. Vogel: Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe. Arbeiten der D. L. G. Heft 11. Berlin 1896, S. 8.

Es ist noch viel schwerer, ein allgemeines Bild über die Zusammensetzung der menschlichen Exkremente zu geben, da dieselbe noch mehr unter dem Einflusse der Ernährungsweise steht. Natürlich ist für die Zusammensetzung der Exkremente die Qualität unserer Speise in allererster Linie maßgebend. Diesbezüglich liefern die Resultate der von O. Kellner und Y. Mori[1]) in Japan durchgeführten Exkrementanalysen ein sehr lehrreiches Bild. Sie haben nämlich einerseits von Bauern, Bürgern und Beamten mittleren Standes genommene Exkremente analysiert, von Leuten also, die fast ausschließlich vegetabilische Nahrung zu sich nehmen; andererseits haben sie die Exkremente von Soldaten untersucht, die mit europäischer gemischter Kost ernährt wurden und fanden, daß die Durchschnittsresultate bei den drei Klassen der ersten Gruppe im Vergleiche mit den militärischen Exkrementanalysen verschieden waren, und zwar:

	N	P_2O_5	CaO	K_2O
I. Bauern, Bürgern etc.:	0,57	0,13	0,02	0,270 %
II. Soldaten:	0,796	0,297	0,03	0,207 %

Die Zahlen beziehen sich auf gemischte von Klosetten entnommene Exkremente und zeigen an, daß die Exkremente der zweiten Gruppe, also die mit europäischer gemischten Nahrung ernährten japanischen Soldaten im allgemeinen mit den Resultaten der in ähnlicher Weise in Europa durchgeführten Analysen übereinstimmen; wogegen die Exkremente der fast nur vegetabilisch ernährten ersten Gruppe sowohl an Stickstoff wie auch an Aschenbestandteilen (hauptsächlich Phosphor) wesentlich ärmer sind.

Es ist also sehr schwer, ein genaues Bild von der Zusammensetzung und dem Werte der menschlichen Exkremente zu geben, und eine absolut sichere Folgerung zu

1) O. Kellner und Y. Mori: Über die Zusammensetzung des Fäkaldüngers. Landw. Versuchsstationen 1890, S. 11.

ziehen, ist fast unmöglich, da doch die Zusammensetzung der Exkremente bei einem Individuum in jedem einzelnen Falle verschieden ist und täglich vom Werte, von der Menge und Zusammensetzung der eingenommenen Speisen abhängt.

Trotzdem ist es mit Hilfe der sehr zahlreichen durchgeführten Analysen möglich, solche Schlüsse zu ziehen, die uns die Aufstellung von Durchschnittszahlen von allgemeinem und brauchbarem Werte ermöglichen.

Zum Vergleiche sei hier folgende Tabelle wiedergegeben, die bei meiner Bearbeitung der Frage gewonnene Zahlen enthält.

I. 3 Analysen für frischen Harn:

	Probe No.			Im Durchschnitt %
	I. %	II. %	III. %	
Trockensubstanz	4,53	3,18	4,65	4,12
Gesamt-Stickstoff	0,925	0,787	1,134	0,949
Mit MgO. abdestillierbar davon	0,118	0,086	0,102	0,102
P_2O_5	0,144	0,137	0,148	0,143
CaO	0,010	0,021	0,023	0,018
K_2O	0,201	0,181	0,241	0,208

II. 1 Analyse für frischen Kot:

Trockensubstanz %	Gesamt-Stickstoff %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff %	P_2O_5 %	CaO %	K_2O %
20,3	1,463	0,067	1,363	0,321	0,583

Die drei aufgeführten Harnproben wurden in verschiedenen Jahreszeiten ausgeschieden, und zwar wurde zu gleicher Zeit der Harn von mehreren Personen in einem Gefäße zusammengemischt, wodurch eine Art Ausgleich

erreicht werden sollte. Natürlich kann diese Zusammenstellung nur als vergleichendes Beispiel dienen, auch schon wegen der geringen Anzahl der Analysen (speziell beim Kote), da sich doch — wie oben erwähnt — aus einigen Analysen noch keine allgemeingültigen Schlüsse ziehen lassen. Der Zweck dieser Analysen war nur der, etwas zur großen Zahl der schon bisher gemachten Kot- und Harnanalysen beizutragen.

Als Quelle für meine Berechnungen nehme ich aber die von Dr. Vogel aufgestellten Daten,[1]) der teils infolge seiner eigenen Erfahrungen, teils auf Grund einwandfreier fremder Resultate die, vom Standpunkte der landwirtschaftlichen Ausbeutung wichtigen Bestandteile des Kotes und des Harnes in folgender Zusammenstellung angibt:

	Kot %	Harn %
Wasser	77,20	95,50
Trockengehalt	22,80	4,50
Organische Substanz	19,60	3,30
Asche	3,20	1,20
Stickstoff	1,30	0,80
Phosphorsäure	1,16	0,16
Kali	0,40	0,19
Kalk	0,62	0,02

Um eine ungefähre Vergleichsbetrachtung anstellen zu können, teile ich hier die Analysendurchschnittsresultate der festen und flüssigen Exkremente jener Haustiere mit, die uns hauptsächlich für die Landwirtschaft verwendbare Dünger liefern.[2])

1) Vogel: a. a. O. S. 15.
2) F. Wohltmann: Wintervorlesung. Halle 1912/13.

I. Feste Exkremente in Prozent:

	Wasser-gehalt	Trocken-substanz	N	CaO	K_2O	P_2O_5
Pferd	75,7	24,3	0,44	0,15	0,35	0,35
Rind	83,8	16,2	0,29	0,34	0,10	0,17
Schaf	65,5	34,2	0,55	0,46	0,15	0,31
Schwein . . .	82,0	18,0	0,60	0,09	0,26	0,41

II. Flüssige Exkremente in Prozent:

	Wasser-gehalt	Trocken-substanz	N	CaO	K_2O	P_2O_5
Pferd	90,1	9,9	1,55	0,45	1,50	0
Rind	93,8	6,2	0,58	0,01	0,49	0
Schaf	87,2	12,8	1,95	0,16	2,26	0,01
Schwein . . .	96,7	3,3	0,43	0	0,83	0,07

Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, daß die menschlichen Exkremente die tierischen, mit Ausnahme des Schafes, in bezug auf Stickstoff organischer Herkunft, wie auch auf mineralische Stoffe weit übertreffen; insbesondere finden wir bei diesem Vergleiche die menschlichen Exkremente weitaus reicher an Phosphorsäuregehalt.

Als besonders beachtenswerter Umstand ist an dieser Stelle zu bemerken, daß ich im Laufe meiner später mitzuteilenden Versuche sehr häufig Gelegenheit hatte, Stickstoffbestimmungen im frischen Harn auszuführen, bei welchen ich die lehrreiche Beobachtung machen konnte, daß der Stickstoffgehalt des Harnes im allgemeinen zu den verschiedenen Tageszeiten zwar sehr verschieden ist, jedoch in seinem Verhältnis stets dasselbe Bild zeigt. Am stickstoffärmsten war immer der Harn in den Morgenstunden (8—10 Uhr), er wurde stufenweise reicher an Stickstoff in den frühen Nachmittagstunden (1—3) und hat seinen Höhepunkt an Stickstoffgehalt in den Abendstunden (6—7) erreicht. (Bei einer Gelegenheit wurde am Abend 1,3 N

gefunden.) Dieses Bild ist mit der tagsüber eingenommenen Nahrung und noch mehr durch tagsüber geleistete Arbeit und den durch die letztere ausgelösten lebhafteren Stoffwechsel zu erklären; daher ist die dreimalige Probenahme am Tage denjenigen, die sich zwecks Aufstellung von Durchschnittsdaten mit Fäkalanalysen befassen wollen, zu empfehlen, da man sonst, also z. B. bei Analysen nur des am Morgen genommenen Harnes zu falschen und extremen Resultaten kommen kann. Ob diese Schwankung auch für die Mineralbestandteile des Harnes zutrifft, vermag ich nicht zu sagen, da ich bei den obigen drei Harnanalysen diese Beobachtung noch nicht berücksichtigt hatte, sondern erst bei den späteren zahlreichen Stickstoffbestimmungen zu dieser Erfahrung kam.

2. Die theoretische Beurteilung der menschlichen Exkremente.

Es ergibt sich nun die Aufgabe, auf Grund der vorhin beschriebenen Versuchsresultate festzustellen, wie hoch der eigentliche Wert der von einem Menschen produzierten Fäkalien in bezug auf Quantität und Qualität einzuschätzen sei?

Diese Frage absolut sicher zu beantworten, wäre auch dann eine Unmöglichkeit, wenn uns die auf Grund genauer und vielseitiger chemischer Analysen ermittelte Zusammensetzung der Fäkalien bekannt wäre, da in letzteren eine ganze Reihe der verschiedensten chemischen Verbindungen enthalten sein kann, die von Fall zu Fall — je nach der Verschiedenheit der eingenommenen Nahrungsstoffe — verschiedene Löslichkeitswerte und somit auch verschiedene Düngewerte aufweisen.

Doch ist es gar nicht nötig, eine absolut genaue quantitative und qualitative Kenntnis als Vorbedingung richtiger Schlußfolgerungen zu fordern, da wir nicht etwa den Marktwert der menschlichen Fäkalien zu bestimmen bezwecken, sondern ein annäherndes Bild über ihren eigent-

lichen landwirtschaftlichen Wert gewinnen wollen, oder mit anderen Worten: wir wollen darlegen, welch' große landwirtschaftlichen Werte uns durch die mangelhafte Ausbeutung der menschlichen Fäkalien verloren gehen.

Die Bestimmungsweise des theoretischen Wertes der Fäkalien ist nicht neu und unbekannt. Bei nachstehenden, auf die ungarischen Verhältnisse bezogenen Berechnungen liegen die einschlägigen sehr eingehenden Kalkulationen von Dr. J. H. Vogel[1]) zugrunde. Er setzt den Preis des leichtlöslichen Stickstoffes der Fäkalien dem Tagespreis des schwefelsauren Ammoniaks gleich, schätzt hingegen den schwerlöslichen Stickstoff (im Kot) in seinem Wert nur auf $^2/_3$ dieses Tagespreises ein. Für die Feststellung des Wertes der Harnphosphorsäure benutzt er den Preis der im Superphosphat enthaltenen wasserlöslichen Phosphorsäure, für diejenige bei der Kotphosphorsäure nur den dritten Teil dieses Preises als Maßstab. Das leichtlösliche Kali schätzt er im Werte des Carnallits, das schwerlösliche nur zum fünften Teil dieses Wertes.

In bezug auf diese Stoffe enthält die 1333 g betragende tägliche Menge der Absonderung eines Menschen:

Stickstoff in leicht löslicher Form . . .	9,6	gr
„ in schwer „ „ . . .	1,7	„
Phosphorsäure in leicht löslicher Form .	1,9	„
„ in schwer „ „ .	1,5	„
Kali in leicht „ „ .	2,3	„
„ in schwer „ „ .	0,5	„.

Die auf diese Rechnung bezogenen Tagespreise[2]) der Kunstdüngemittel in Ungarn betragen:

für 1 kg Stickstoff in schwefelsaurem Ammoniak	1,80	Krone
„ 1 kg wasserl. Phosphors. im Superphosphat	0,50	„
„ 1 kg Kainit mit 12,5 % K_2O	0,053	„

1) J. H. Vogel: a. a. O. Seite 181

2) Nach Angaben des Herrn Iván Siklaki, Sekretär des Landwirtschaftlichen Vereins im Comitate Nógrád.

Auf Grund dieser Preise bewertet sich heute die tägliche Absonderung eines Menschen in Ungarn:

9,6 gr N leicht löslich	1,72	Heller
1,7 gr N schwer löslich	0,20	„
1,9 gr P_2O_5 leicht löslich	0,09	„
1,5 gr „ schwer löslich . . .	0,03	„
2,3 gr Kali leicht löslich	0,09	„
0,5 gr Kali schwer löslich	0,00	„
Zusammen:	2,13	Heller,

also jährlich 7 Kronen 77 Heller (6 Mark 67 Pf.). Hiernach ergibt sich für ganz Ungarn ein errechneter Wert von 157 Millionen Kronen (133,5 Millionen Mark).

Die in dieser Berechnung bezeichneten 7 Kronen 77 Heller zeigen, welchen Wert an künstlichen Düngemitteln die durch einen Menschen jährlich produzierte rohe Fäkalienmenge zu ersetzen imstande ist. Selbstverständlich ist es notwendig, bei der Bestimmung des wirklichen Wertes die bei der Sammlung und Verarbeitung der Fäkalien zu Düngemitteln entstehenden Unkosten mit zu berücksichtigen.

3. Die Behandlung der Fäkalien in der Gegenwart in Ungarn.

Im ersten Kapitel haben wir gesehen, welchen bedeutenden wirtschaftlichen Wert die menschlichen Fäkalien darstellen. Betrachten wir demgegenüber den Nutzen, den man in Ungarn aus ihnen zieht, so haben wir ein sehr trauriges Bild vor Augen. Denn, abgesehen von einigen kleinen Städten, die durch Kompostieren mit Torf die Fäkalien irgendwie zu verwerten suchen, gehen sie in den übrigen Teilen des Landes für die Landwirtschaft ganz verloren. Denn der dort in völlig unzulänglicher Weise zur Verwertung gelangende Teil ist so verschwindend gering, daß es schwer fällt, denselben in Prozenten auszudrücken.

Um die Verwendung der Fäkalien näher zu betrachten, müssen wir, wenn auch nur kurz, die Methoden berühren, mit deren Hilfe sie aus dem Hause entfernt werden.

Im allgemeinen können wir in dieser Hinsicht die Städte und Dörfer in zwei Hauptgruppen einteilen. Die eine Gruppe bildet jener kleine Teil, der die Fäkalien zu verwerten bestrebt und bei dem hauptsächlich das Tonnensystem als Mittel der Beseitigung üblich ist. Demgegenüber steht die große Gruppe jener Städte und Dörfer, die die menschlichen Exkremente als Last ansehen und auf dem kürzesten Wege loswerden wollen. Letztere kann man in zwei große Unterabteilungen teilen: die an Flüssen gelegenen mit Schwemmkanalisation versehenen größeren Städte benutzen das Wasserklosett; während man in den meisten Dörfern und sogar in vielen Städten das gewöhnliche Grubensystem findet.

Wir wollen den Städten nicht die Berechtigung absprechen, sich der Fäkalien als eines lästigen Abfalles auf dem kürzesten, bequemsten und für sie billigsten Wege entledigen zu dürfen, vorausgesetzt, daß ihr Verfahren vom sanitären Gesichtspunkte einwandfrei ist. Denn die Landwirtschaft kann von Rechtswegen keinen Anspruch auf diese Stoffe erheben unter der Begründung, die in ihnen enthaltenen Werte stammten ursprünglich von ihr, da diese durch Kauf in den Besitz der städtischen Bevölkerung übergegangen sind.

Wenn aber die Landwirtschaft gegen die Vernichtung dieser Stoffe auch nicht protestieren kann, so gibt es doch ein anderes viel bedeutenderes Argument, das gegen jenes Verfahren, durch das menschliche Fäkalien für die Landwirtschaft verloren gehen, mit Recht ins Treffen geführt werden kann. Und dieser Faktor ist: die allgemeine Gesundheitspflege! Ihren Anforderungen widersetzen sich alle diese vorhin genannten Beseitigungsverfahren, besonders aber die beiden letzteren, auf Schritt und Tritt.

Die größte Gefahr birgt natürlich *das gewöhnliche Grubensystem* in sich, das mit wenig Ausnahmen ein wasserdichtes Bassin entbehrend, neben der Infizierung der Luft, was bei diesem System unvermeidlich ist, auch zur Infizierung des Bodens führt. Da die menschlichen Fäkalien, wie wir wissen, oft gerade an pathogenen Bakterien reich sind, bringt dieses System im Boden ganze Kulturen von Bakterien zur Fortpflanzung und Vermehrung; hier ist ihnen dann eine gute Möglichkeit gegeben, ins Grundwasser und sodann ins Brunnenwasser zu gelangen, von wo aus eine neue massenhafte Infizierung Platz greifen kann. Welche Gefahr dieser Umstand in sich birgt, will ich hier nicht eingehender behandeln. Ich begnüge mich damit, auf die aus diesen Gründen auftretenden Typhusepidemien hinzuweisen. Und wenn wir gegen die Anwendung dieses Systems neben diesem Hauptargument noch den Umstand erwähnen, daß es an die Personen, welche direkt damit zu tun haben, wie auch an die sonstigen Bewohner Zumutungen stellt, die mit den Ansprüchen der höheren Zivilisation unvereinbar sind, so dürfen wir seine vollständige Ausrottung ohne Zweifel für eine begründete Forderung ansehen. Denn es wird in den meisten Orten auch heute noch ohne jede Maschine und ohne die geringsten Versuche der Anwendung von desodorierenden Methoden verfahren, außerdem schließt es infolge der in die Luft strömenden schädlichen Gase für die Gesundheit der Menschen die größte Gefahr in sich, wenn auch die Beseitigung in den meisten Fällen des Nachts vorgenommen wird.

Die auf die geschilderte Weise beseitigten, aller konservierenden Stoffe entbehrenden, zu minimalen Werten zusammengeschrumpften Fäkalien finden in den seltensten Fällen eine landwirtschaftliche Verwertung; denn sie sind ja in einer so unhandlichen und ekelerregenden Form, die eine Behandlung und Verwendung als Dünger fast gänzlich ausschließt. Die häufigste Bestimmung solcher Fäka-

lien ist die, daß sie neben den Städten und Dörfern in Flüsse und Bäche gebracht oder in Ermangelung dieser auf einer speziell diesem Zwecke dienenden Stelle zusammengefahren werden, wo natürlich allein die Zeit für ihre Vernichtung sorgt. Die *in die Flüsse gelassenen Fäkalien* sollen im Zusammenhange mit den Wasserklosetts in dem Folgenden behandelt werden. Über die sogenannten Anhäufungsstätten ist nur so viel zu sagen, daß sie sich, besonders im Sommer, mit ihrem unangenehmen Geruche schon kilometerweit verraten, wobei sie natürlich außer dem Boden auch die Luft der Umgebung mit ihren schädlichen Gasen im großen Maße verpesten.

In kanalisierten Städten ist die Fortschaffung der Fäkalien mittels Wasserklosetts am bequemsten und auch für die Hygiene des betreffenden Hauses am vorteilhaftesten; denn die Fäkalien werden auf leichtem, schnellem und reinlichem Wege sofort beseitigt, so daß der Zersetzung derselben, den Gärungsprozessen, und damit natürlich auch der Verpestung keine Zeit geboten wird. Diese großen Vorteile verschaffen in unseren Städten den Wasserklosetts die große Verbreitung, die dem Ausland teilweise zum Muster diente.

Wenn wir jedoch die Kehrseite der Medaille betrachten, mit anderen Worten: wenn wir den, in den Kanal geratenen Fäkalien folgen wollen, so zeigt das früher gefällige Bild gleich seine Schattenseiten; ja man kann sogar ruhig sagen, daß dieses Verfahren dann seine Berechtigung vollständig verliert. Bei diesem System handelt es sich eigentlich nur um ein geschicktes Verschwindenlassen der Fäkalien, nicht aber um ihre Vernichtung und Unschädlichmachung. Die in den Kanal geratenen durch Spülwasser verdünnten Exkremente gelangen in Flußwasser, das — trotz jeder Berufung auf die Selbstreinigungsfähigkeit des Wassers — infiziert wird und für die flußabwärts gelegenen Orte eine Gefahr bedeutet. Eben darauf weist auch

Prof. Dr. A. Müller in seinen Vorträgen hin,[1]) wenn er sagt: „Diesem Optimismus gegenüber haben wir die traurigen Beispiele von Flüssen, welche durch den Einlaß von städtischem Unrat so verpestet worden sind, daß die Anwohner unterhalb aufs empfindlichste geschädigt und bedroht werden. „Ebenso verweist er bei dieser Gelegenheit auf jene Beobachtungen Robert Kochs: daß bei dem Berliner Kanalisationssysteme, das durch Berieselung der landwirtschaftlichen Ausnützung der Fäkalien dient, infolge der Verwendung der Notauslässe gelegentlich größerer Regenfälle, in den unterhalb Berlins liegenden Teilen der Spree stets eine große Menge von toten Fischen gefunden wurde. Dieser Umstand ist natürlich auch nur auf die Verpestung des Wassers mit diesen Stoffen zurückzuführen. Ebenso bestätigt dies in kleinerem Maße die Choleraepidemie, die im Sommer 1910 in Ungarn auf charakteristische Weise nur längs der Donau zu konstatieren war, was beweist, daß die, durch die Exkremente eines irgendwo um Wien herum an Cholera erkrankten Menschen infizierte, verhältnismäßig so wassereiche Donau zum Träger dieser riesigen Gefahr wurde.

Abgesehen von der so nachteiligen wirtschaftlichen Seite deutet also ihre Verwendung, auch vom sanitären Standpunkte aus betrachtet — meiner Meinung nach — auf eine sehr egoistische Auffassung hin: auf leichtem und bequemem Wege sich der lästigen Fäkalien zu entledigen, unbekümmert darum, daß sie eventuell große Gefahr auch für andere bringen können. Welche Dimensionen diese Gefahren besonders zur Zeit einer Epidemie annehmen können, darauf glaube ich, nicht noch besonders hinweisen zu müssen.

Die erwähnten beiden Systeme sind, abgesehen davon, daß sie die, in den Fäkalien liegenden, vom wirtschaft-

1) A. Müller: Die landwirtschaftliche Verwertung der städtischen Fäkalien, eine Forderung der deutschen Landwirte. Jahrbuch der D. L. G. 2891 I. S. 30—37.

lichen Standpunkte so wesentlichen Werte vollständig vernichten, noch in hygienischer Hinsicht zum Teil ganz unvollkommen, zum Teil aber lassen sie viel zu wünschen übrig. Diesem gegenüber findet in Ungarn das *Tonnensystem* sehr wenig Verwendung, obgleich es geeignet sein könnte, den beiden Erfordernissen zu genügen, und wir können auch sagen, daß dies mit Erfolg geschieht. Man kann hoffen, daß mit diesem Verfahren, falls neben der bisher einseitigen Verwendung des Torfes auch andere: teils düngerkonservierende, teils aber desinfizierende Stoffe gebraucht werden, in beiden Richtungen der höchste Grad der Vollkommenheit erreicht werden wird.

Bei meinen Versuchen im Laboratorium hatte ich nun im Auge die Vervollständigung des Tonnensystems, besser des Torfstuhlklosets, in diesen beiden Richtungen; denn ich halte die Erklärung von Dr. Fr. Holdefleiß[1]) für berechtigt, daß es für die Stadt nicht genüge, die Stoffe so zu vernichten, daß andere hierdurch keinen Schaden erleiden; wenn sonst niemand, so erleidet doch die Volkswirtschaft Schaden! Nur eine gänzlich landwirtschaftliche Ausnützung macht und kann diese vollständig gefahrlos machen, weshalb das Tonnensystem in den mittelgroßen und kleinen Städten, — die in Ungarn gerade in erster Linie in Betracht kommen —, als am vorteilhaftesten durchführbar zu halten ist.

Wir sehen also, wie die landwirtschaftlichen Interessen, um nicht zu sagen Erfordernisse, mit den städtischen Interessen in Einklang stehen. Werden die Städte so aus hygienischen Rücksichten auf die Einführung des Tonnensystems hingewiesen, so kommt dieses den Interessen der Landwirtschaft dadurch entgegen, daß die Abfallstoffe dabei zu Dünger verarbeitet, und damit in die

---

1) Fr. Holefleiß: Die Städtereinigung und die Landwirtschaft. Jahrbuch der D. L. G. 1890. S. 52—64.

Feld- oder Gartenwirtschaft, mit einem Worte auf den Ursprungsort ihrer Bestandteile zurückgeführt werden.

Im Weiteren gebe ich die Resultate meiner diesbezüglichen Untersuchungen und Arbeiten.

B. Die Konservierung der Fäkalien.

4. Über die bei den Versuchen angewandten konservierenden Stoffe.

Vom Standpunkte der Düngerbehandlung aus bezeichnen wir im allgemeinen als Konservierung alles das, was imstande ist, einen jeden Verlust in dem betreffenden Dünger zu verhindern. Wir wissen nämlich, daß sowohl in den tierischen, als auch in den menschlichen Fäkalien ununterbrochen Gärungsvorgänge, chemische Veränderungen, stattfinden, in deren Verlauf flüchtige, gasförmige Produkte entstehen. Von diesen Produkten interessiert uns in erster Linie das Ammoniak, weil gerade in dieser Verbindung der vom ökonomischen Standpunkte so überaus wichtige Pflanzennährstoff — der Stickstoff — den größten Verlust erleidet. Aufgabe der konservierenden Stoffe ist es nun, in erster Linie zu verhindern, daß in den Düngestoffen infolge Fäulnis oder Gärung Gase entstehen, welche einen Verlust an Stickstoff zur Folge haben. Daneben müssen wir alle diejenigen als konservierende Stoffe betrachten — und dies entspricht auch dem eigentlichen Sinne des Wortes — die imstande sind, in den Dungstoffen Gärungs- oder Fäulnisprozesse zu verhindern oder doch einzuschränken, weil das Entweichen der Entprodukte eben dieser Prozesse den oben beschriebenen Verlust ausmacht.

Inbetreff ihrer Wirkung teilen wir die konservierenden Stoffe in zwei Hauptgruppen ein: 1. physikalisch wirkende, 2. chemisch wirkende. In die erste Kategorie gehören alle diejenigen Stoffe, welche die flüchtigen gas-

förmigen Düngerbestandteile absorbieren, diese gewissermaßen oberflächlich binden, jedoch so, daß die einzelnen Bestandteile keine wechselseitige Spaltung, noch auch chemische Veränderungen erleiden. Von den physikalisch wirkenden Konservierungsmitteln verwandte ich bei meinen Experimenten den Torf. Die chemisch wirkenden kann man in 3 Untergruppen einteilen, nämlich: Säuren, Basen und Salze. In meinen, in weiterem zu beschreibenden Versuchen verwandte ich je einen Repräsentanten derselben und zwar von den Säuren die Phosphorsäure, in der Form des Superphosphats; von den Salzen den schwefelsauren Kalk, in Form des Gipses und endlich von den Basen den Kalk, in Form des gebrannten Kalkes.

Bevor ich die Ergebnisse der Experimente beschreibe, will ich diese Stoffe im einzelnen betreffs ihrer konservierenden Wirkung auf die menschlichen Fäkalien einer kurzen Kritik unterziehen.

a) Torf.

Der Torf war bis zur letzten Zeit sozusagen der einzige Stoff, der bei der Verarbeitung der menschlichen Exkremente und ihrer Überführung in den Handel, — abgesehen von einigen Poudrette-Fabriken —, als konservierender Stoff in Betracht kam. Und nicht ohne Grund; denn die vielseitigen guten Eigenschaften des Torfes prädestinieren ihn gewissermaßen hierzu. In erster Reihe macht ihn hierzu geeignet seine große Fähigkeit, Wasser zu absorbieren und infolgedessen flüssige Fäkalien aufzusaugen. Diese physikalische Eigenschaft des Torfes verhindert zum Teil oder verzögert wenigstens stark den chemischen Zerfall der so leicht zersetzbaren Exkremente, besonders des Harnes, und verhindert infolgedessen, daß die Zersetzungsprodukte in die Luft entweichen. Letzteres wird noch unterstützt durch das Vermögen des Torfes,

in großem Maße Gase zu absorbieren. Dies spielt besonders eine Rolle bei der Desodorierung der Fäkalien.

Es kann auch angenommen werden, daß er innerhalb gewisser Grenzen — sagen wir auf unmittelbarem Wege — die Rolle eines Desinfizienz spielt, da er auf die meisten Gärungsvorgänge einschränkend wirkt.

Diese hygienische Wirkung des Torfes ist keineswegs gering zu veranschlagen, da die Desinfizierung der Fäkalien die Vorbedingung für ihre Verwertung, besonders im Handel, darstellt. Es wäre jedoch sehr leichtfertig, sich einzig auf den Torf zu stützen; denn wir können keinesfalls die Ansicht der, — wenn wir uns so ausdrücken dürfen —, Torfapostel teilen, die insbesondere in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts dem Torfe eine *vollständig* desinfizierende, sogar geradezu bakterientötende Wirkung zuschreiben.

Demgegenüber behauptet auf Grund seiner Experimente Gaffky[1]) entschieden: „Der Torf besitzt keine bakterientötenden Eigenschaften. Antiseptische Eigenschaften in dem Sinne, daß er, mit geeigneten Nährflüssigkeiten durchfeuchtet, die Vermehrung niederer Organismen in denselben völlig verhinderte, — besitzt der Torf ebenfalls nicht.“ Im weiteren gibt er zu, daß der Torf unter gewissen Verhältnissen die Vermehrung niederer Organismen in einem gewissen Grade hintanzuhalten vermag.

Endgültig abgeschlossen wurde die strittige Frage durch die vollkommen gleichlautende Meinung,[2]) die, aufgefordert von der „Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft“ vier Professoren (Dr. Fränkel, Dr. Gärtner, Dr. Löffler, Dr. Stutzer) unter Mitwirkung von Dr. J. H. Vogel

---

1) Prager Med, Wochenschrift Jahrg. 1886. No. 26—28.

2) J. H. Vogel: Die keimtötende Wirkung des Torfmulls (vier Gutachten von Stutzer, Fränkel, Gärtner und Löffler). Arb. der D. L. G. Heft 1. Berlin 1894. S. 121.

auf Grund von gleichzeitig und gleichmäßig angestellten gründlichen Versuchen, wie folgt abgaben: „Die Zwischenstreu von Torfmull ist nicht imstande, die Abtötung der in Fäkalien enthaltenen Keime ansteckender Krankheiten, speziell der Cholera, sicher zu bewirken. Der Torfmull unterscheidet sich diesbezüglich nicht nach seiner Herkunft und Beschaffenheit."

(Ich werde auf Grund der während meiner Versuche beobachteten Tatsachen noch auf die desinfizierende Wirkung des Torfes besonders zurückkommen.)

Dieser Umstand ist meiner Meinung nach durchaus kein Grund, daß der Torf bei der Verarbeitung der Fäkalien zu Dünger außer acht gelassen werde, und er allein verringert seinen Wert durchaus nicht, denn wir können durch Einverleibung anderer Stoffe eine vollkommen desinfizierende Wirkung erzielen und erreichen dies ohne nennenswerte Kosten; während wir nicht imstande sind, die übrigen guten Eigenschaften des Torfes, — die rein absorbierenden und aufsaugenden —, durch einen besseren und geeigneteren Stoff zu ersetzen.

Vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus müssen wir dem Torfe bei der Verarbeitung der Fäkalien ein gewisses Vorrecht zuerkennen. In Ungarn gibt es mächtige Torflager, welche auch einen Teil des nationalen Vermögens repräsentieren und einer Verwertung noch harren. Diese Schätze können gehoben werden, indem die bei uns fast wertlos verloren gehenden menschlichen Fäkalien mit Hilfe des Torfes zu Dungstoffen verarbeitet werden. Wir wollen uns aber in die volkswirtschaftliche Bedeutung dieser Frage hier nicht weiter vertiefen.

Ich bin jedoch in der Lage, betreffs des Wertes des ungarischen Torfes einige Daten anzuführen, da ich durch freundliche Vermittlung des Herrn Ernst Vaß einige Proben des ungarischen Torfes zwecks chemischer Analyse

erhielt, und zwar aus Eger, Nádasdladány und Puszta-Szentgyörgy.[1])

Folgende Tabelle gibt die an den Torfproben gewonnenen chemischen Resultate an.

unft des Torfes	Trocken-substanz %	Wassergehalt %	Achse %	Davon in heißer Salzsäure unlöslich %	Stickstoff: Gesamt- %	Stickstoff: Ammoniak %	P_2O_5 %	CaO %	K_2O %	Wasserkapazität auf Gewicht[2]) berechnet %
. . . . .	85,71	14,29	5,56	1,80	1,93	0,079	0,193	2,268	0,116	276,76
sdladány . .	73,45	26,55	13,18	4,60	1,90	0,063	0,153	4,320	0,310	165,20
a Szentgyörgy	86,03	13,97	18,20	3,88	2,22	0,126	0,174	8,226	0,552	199,01

Aus diesen Zahlen ergibt sich der Wert, der in diesen Torflagern enthalten ist. Ihr Reichtum sowohl an Stickstoff als auch an Mineralstoffen ist hoch. Sie repräsentieren schon als solche allein beträchtliche Düngerwerte, welche Eigenschaft vom landwirtschaftlichen Standpunkte aus, nebst den oben bereits beschriebenen guten Eigenschaften als triftiges Wertargument zugunsten derselben bei der Verarbeitung der menschlichen Fäkalien zu Düngerstoffen dienen muß.

Betreffs des Torfes finden wir den Ausspruch des Dr. C. Fürst[3]) erklärlich: „Was nun Theorie und Praxis schon lange vergeblich suchen, nämlich ein Mittel, die kolossalen Mengen der in den Städten sich fortwährend anhäufenden Fäkalstoffe ihres häßlichen Geruches und ihrer gesundheitsgefährlichen Wirkung zu entledigen, sie trocken, leicht transportabel und damit als höchst wertvollen Dünger

1) Ich möchte auch an dieser Stelle sowohl dem Herrn Ernst Vaß, als auch denjenigen, die mir die Proben gütigst zur Verfügung stellten, meinen Dank aussprechen.

2) Bestimmt mit dem Apparat von Dr. Marshall.

3) C. Fürst: Verwertung der Torfstreu. Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur. Berlin 1898. S. 39/40.

der Landwirtschaft zugänglich zu machen, — all diese Fähigkeit besitzt die Torfstreu mit den weiteren Vorzügen der größten Billigkeit.“ Dies können wir allerdings nicht ohne Einschränkung akzeptieren, ebensowenig wie die Behauptung des Prof. Dr. Grahl,[1]) der behauptet, daß ... „dies die einzige und alleinige Behauptung sei, welche als richtig bezeichnet werden kann.“ Auch Grahl deutet neben dem Torfe auch auf die Verwendung anderer konservierenden Stoffe hin.

Und dies mit vollem Rechte! Diejenigen nämlich, die bei der alleinigen Verwendung des Torfes die vollständige Erhaltung des Wertes der Fäkalien annahmen, stellten meines Wissens keine quantitativen Versuche nach dieser Richtung hin an. Und der Umstand an sich, daß wir mit Hilfe des Torfes allein einen guten Fäkaldünger zu erzeugen imstande sind, schließt nicht aus, daß hierbei Stickstoffverluste eintreten können. Daß solche Verluste tatsächlich platzgreifen, dies will ich im weiteren durch eine Reihe von Versuchen beweisen.

In Folgendem hoffe ich, den Beweis für die schon hier geäußerte Meinung zu erbringen, daß bei der Konservierung der Fäkalien und ihrer Verarbeitung zu Dünger die Verwendung des Torfes als Grundstoff für außerordentlich nützlich und wertvoll, wenngleich nicht als einzige, hierfür in Betracht kommende Möglichkeit zu erklären ist.

b) Superphosphat.

Das Superphosphat hat vermöge seines Gehaltes an Phosphorsäure (P_2O_5) eine düngerkonservierende Wirkung, richtiger gesagt stickstoffbindende Kraft. Bekanntlich enthält das Superphosphat in der Hauptmenge das im Wasser lösliche Monocalciumphosphat [$CaH_4(PO_4)_2$]. Es gibt jedoch auch Phosphatdünger, die im Wesentlichen citratlös-

1) Grahl: Jahrbuch der D. L. G. 1891 II. S. 55—61.

liches Dicalciumphosphat [$Ca_2H_2(PO_4)_2$] und schwerlösliches Tricalciumsalz [$Ca_3(PO_4)_2$] enthalten. Wie wir wissen, ist die Phosphorsäure im Superphosphate in *3 Arten* von Verbindungen enthalten: in der Form des schwerlöslichen Tricalciumphosphats [$Ca_3(PO_4)_2$], des citratlöslichen Dicalciumphosphats [$H_2Ca_2(PO_4)_2$], und zum weitaus größten Teile in der im Wasser löslichen Form des Monocalciumphosphates [$H_4Ca(PO_4)_2$].

Was nun die stickstofferhaltende Kraft betrifft, so war außer Heiden, der die konservierende Wirkung des Superphosphates zuerst festgestellt hat, Fr. Holdefleiß[1]) derjenige, der auf Grund seiner exakt ausgeführten Versuche die tatsächliche konservierende Wirkung dieses Stoffes nachgewiesen hat.

Früher waren die Ansichten über die düngerkonservierende Kraft der drei Phosphatverbindungen sehr verschieden; fast allen wurde eine gewisse Wirkung zugeschrieben; von den zwei letzteren wurde dies sogar ganz entschieden behauptet. Diesbezüglich sagt Dr. J. H. Vogel,[2]) es sei betreffs Bindung des Stickstoffs nicht nur irrelevant, ob wir die Phosphorsäure in Form der wasserlöslichen oder in der citratlöslichen Form verwenden, sondern er gab geradezu der Auffassung Ausdruck, daß sie diese Wirkung eigentlich nur in der letztgenannten Form enthalte; denn die Erfahrung lehrt, daß die zur Verwendung gekommene, in Wasser lösliche Phosphorsäure in diese Form zurückgehe. Auf Grund dieses Prinzips hat er den sogenannten Präcipitatgips zu düngerkonservierendem Zweck empfohlen, dessen Gehalt an Phosphorsäure besonders in Form des Dicalciumphosphates auftritt.

---

1) Fr. Holdefleiß: a. a. O.

2) Magdeburgische Zeitung vom 18. Mai 1892. 2. Beilage. Der Ersatz des Superphosphatgipses durch Präzipitatgips als Konservierungsmittel für den Stickstoff des Stalldüngers (Dr. J. H. Vogel).

Diese Auffassung wurde jedoch durch die in dieser Richtung von Fr. Holdefleiß[1]) durchgeführten Versuche und nachher durch solche rein wissenschaftlichen Charakters von H. Immendorf[2]) vollständig widerlegt. Letzterer erklärte auf Grund seiner Versuche mit vollster Entschiedenheit, daß nur der in Wasser löslichen Phosphorsäure eine ammoniakbindende Kraft zukomme, also dem Monocalciumphosphat und der freien Phosphorsäure, und daß das neben diesen oder besonders für sich angewandte Di- oder Tricalciumphosphat keinerlei Einfluß auf Ammoniak ausübe, am wenigsten dasselbe zu binden vermöge.

Auf Grund dieses Tatbestandes vermögen wir leicht auszurechnen, welche Menge von Ammoniak resp. Stickstoff das Superphosphat, dessen Gehalt an wasserlöslicher Phosphorsäure wir kennen, zu binden vermag. Denn z. B. ersetzen wir, wie es Immendorf auch getan hat,[3]) alle 4 Wasserstoffatome der Phosphorsäure in der Form des Monocalciumphosphates [H_4 Ca $(PO_4)_2$] durch 4 Moleküle Ammoniak (NH_4), — so entspricht dies auf 1 g Phosphorsäure einer Menge von 0,3944 g N. Haben wir es nun mit einem 18%igen Superphosphat zu tun, so vermag nach obigem 1 g Superphosphat im günstigsten Falle 0,071 g N zu binden.

Das Superphosphat vermag jedoch diese stickstoffbindende Wirkung nicht momentan bis zum letzten Rest zu entfalten; wissen wir doch, daß dessen in Wasser lösliche Phosphorsäure erst nach längerer Mazeration — nach halbstündigem Schütteln — in ihrem Gesamtquantum zur Lösung kommt. Von unserem Standpunkte ist es jedoch notwendig, auch zu wissen, wieviel das Superphosphat aus diesem seinem Gesamtvermögen schnell zur Wirkung kommen lassen kann, oder wie groß die *leicht*lösliche Menge von Phosphorsäure sei.

---

1) Fr. Holdefleiß: a. a. O. S. 178.
2) H. Immendorf: a. a. O. S. 42.
3) H. Immendorf: a. a. O. S. 31.

Um dies festzustellen, ging ich folgendermaßen vor: 1 g des zu untersuchenden Superphosphates wurde genau abgewogen; darauf ca. 100 ccm destilliertes Wasser gegossen und damit einige Male tüchtig geschüttelt. Zu dieser so zur Lösung gekommenen, gesamten Säuremenge fügte ich ein zur Neutralisation genügendes Quantum einer titrierten Ätznatronlösung hinzu, und schließlich füllte ich nach wiederholtem Schütteln auf 250 ccm auf. Nach dem Absitzen pipettierte ich von der klaren Flüssigkeit 50 ccm ab, fügte dieser eine genau gemessene Menge titrierter Schwefelsäure zu; hierauf kochte ich die Mischung und titrierte dieselbe in gewohnter Art mit Natronlauge zurück. Die Neutralisation der Lösung mittels Natronlauge und die neuerliche Hinzufügung der titrierten Schwefelsäure erfolgte, um der Bildung des beim Aufkochen sonst gewöhnlich entstehenden dichten weißen Niederschlages, — der einer genauen Titration im Wege steht, — vorzubeugen. Um den Säuregrad des Superphosphates — hierbei handelte es sich für mich nur um die in Wasser leicht lösliche Säuremenge — in Zahlen ausdrücken zu können, erscheint es am zweckdienlichsten, die zur Neutralisation benötigten ccm Natronlauge, ausgedrückt als $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge, anzugeben.[1])

1) Zur Anmerkung folgendes Beispiel: 1 g Superphosphat mit 30 ccm Na OH versetzt und auf 250 ccm aufgefüllt, von welcher Lösung 50 ccm pipettiert (gleich 0,2 g Superphosphat). Diese mit 20 ccm titr. H_2SO_4 gekocht und mit der vorher verwendeten Natronlauge zurücktitriert. Hierbei wurden verbraucht 36,15 ccm Na OH; dazu kommen noch 6 ccm Na OH, welche vorher zugegeben waren, sodaß im ganzen 42,15 ccm Na OH verbraucht wurden. Nun entsprachen 20 ccm H_2SO_4 38,7 Na OH, welche Menge also von 42,15 ccm abzuziehen ist. Demnach würden für 0,2 g Superphosphat 3,45 ccm Na OH, oder für 1 g Superphosphat 17,25 ccm Na OH verbraucht. Der Titer, der verwendeten Na OH auf Stickstoff eingestellt, war für 1 ccm Na OH 0,0033 N, also für 17,25 ccm Na OH: 0,057 g N. Wollen wir die verbrauchten ccm Na OH genau auf $\frac{n}{10}$ Lösung umrechnen, so ergibt sich die Gleichung:

$$1{,}4 : 1000 = 0{,}057 : x,$$

also benötigen wir zur Neutralisation 40,7 ccm $\frac{n}{10}$ Na OH.

Ich untersuchte mehrere, von verschiedenen Orten stammende Sorten von Superphosphat auf die oben beschriebene Art und Weise und erhielt sehr divergente Resultate.

Zur Demonstration dieser Tatsache mögen die folgenden drei Proben dienen, deren in Wasser lösliche Phosphorsäuremenge: 17,7, 17,9 resp. 18,3 % betrug.

Probe 1: d. leichtl. Säurem. d. 1 g Superphos.

entspr. 40,7 ccm $\frac{n}{10}$ NaOH

„ 2: „ „ „ „ „ 47,1 „ „

„ 3: „ „ „ „ „ 56,4 „ „

Aus dem gesamten Quantum der in Wasser löslichen Phosphorsäure erhielt ich beträchtliche Unterschiede, von denen man in Hinsicht auf die Stickstoff-Bindung auf die Schnelligkeit des Eintrittes dieser Wirkung schließen kann. Die Kenntnis dieser Tatsache ist meines Erachtens von größter Bedeutung, denn bei der Behandlung der menschlichen Fäkalien mit Superphosphat dient in erster Linie dieses Phosphorsäurequantum zur Verhinderung des Verlustes von Stickstoff, der teils in Form von Ammoniak, teils in Form anderer, durch die rasch eintretende Zersetzung der Fäkalien entstehende Stickstoffverbindungen (zumeist in Form des kohlensauren Ammoniaks $(NH_4)_2 CO_3$) in den Exkrementen enthalten ist.

Wollen wir jedoch vom Superphosphat als düngerkonservierendem Stoff ein getreues Bild gewinnen, so dürfen wir auch jenen Wertverlust nicht vergessen, der sich dadurch ergibt, daß das Monocalciumphosphat nach seiner Sättigung mit Ammoniak in Dicalciumphosphat zurückgeht. Wie ich bereits oben erwähnte, wies Immendorf auf Grund seiner Experimente entgegen den Behauptungen Vogels — betreffs des Dicalciumphosphates — nach, daß eine stickstoffbindende Eigenschaft nur das Monocalciumphosphat entfaltet, daß es aber bei seiner Einwirkung auf Ammoniak, in Gegenwart von Gips, in citrat-

lösliche Form zurückgeht, welchen Umstand auch die Tatsache beweist, daß er bei Abschluß seiner Experimente die wasserlösliche Phosphorsäure zumeist nur in Spuren vorfand.

Zur Bekräftigung dieses Umstandes stellte ich einige besondere Versuche an, in welchen das Superphosphat zusammen mit Torf, Gips und gebranntem Kalk mit menschlichem Harn zusammengebracht wurde. In dem Gemenge, welches einige Wochen so gestanden hatte, fand ich eine sehr geringe Menge oder meistens kaum nennenswerte Spuren von wasserlöslicher Phosphorsäure, was mit den Behauptungen Immendorfs im vollsten Einklange steht, und was sich chemisch in folgender Weise ausdrücken läßt:

$$H_4\,Ca\,(PO_4)_2 + 2\,NH_4 = (NH_4)_2\,H_2\,Ca\,(PO_4)_2 + 2\,H$$
$$(NH_4)_2\,H_2\,Ca\,(PO_4)_2 + Ca\,SO_4 = (NH_4)_2\,SO_4 + H_2\,Ca_2(PO_4)_2$$

Dadurch also, daß die wasserlösliche Phosphorsäure des Superphosphats, wenn das letztere als düngerkonservierender Stoff verwendet wird, in citratlösliche Form übergeht, erleidet dasselbe einen Wertverlust, welcher jedoch verschwindend gering ist im Verhältnis zum Nutzen, den die Phosphorsäure bei dieser ihrer Reduktion durch ihre stickstoffbindende Wirkung entfaltet. Sie erleidet als Pflanzennährstoff keinen quantitativen Verlust; sie geht nur in eine etwas schwerer lösliche Form über, in das Dicalciumphosphat nämlich, welches in bezug auf Löslichkeit mit der vierbasischen Thomasschlacke gleichwertig und somit noch immer für die Pflanzen nutzbar ist.

c) Gips.

Diesem Salze ($Ca\,SO_4 + 2\,H_2O$) wohnt die Eigenschaft inne, daß es in gelöstem Zustande in Gegenwart von kohlensaurem Ammoniak eine Umsetzung erleidet, indem einerseits schwefelsaures Ammoniak, andererseits kohlensaurer Kalk entsteht:

$$Ca\,SO_4 + (NH_4)_2\,CO_3 = (NH_4)_2\,SO_4 + Ca\,CO_3$$

von kohlensaurem Ammoniak einen Wechselzerfall erleidet,

Die Bedeutung dieses einfachen chemischen Prozesses ist betreffs des Düngerkonservierungsvermögens darin gelegen, daß, während der Stickstoff in Form des kohlensauren Ammoniaks ein außerordentlich flüchtiges Gas darstellt, es in der Form des schwefelsauren Ammoniaks nicht mehr diese Eigenschaften besitzt; der Gips ist deshalb mit Erfolg von alters her bei der Konservierung des Stallmistes angewandt worden.

Die Frage jedoch, ob der Gips an sich als ein vollkommen konservierender Stoff anzusprechen sei, muß ich auf Grund fremder und auch eigener Beobachtungen mit einem entschiedenen Nein beantworten.

Die Erklärung dieses Umstandes sehen wir auf Grund weiterer — betreffs des Gipses zu detaillierender Experimente und der dabei gewonnenen Ergebnisse darin, daß der Gips auf die in dem Dünger auftretenden Gärungsprozesse einen außerordentlich geringen Einfluß auszuüben vermag. Diese Prozesse pflegen, besonders bei den flüssigen Exkrementen, schon in den ersten Tagen aufzutreten, oder mit anderen Worten, es entsteht sofort im ersten Stadium eine beträchtliche Menge von flüchtigem kohlensauren Ammoniak. Demgegenüber wissen wir, daß der Gips bloß in gelöstem Zustande eine ammoniakbindende Eigenschaft zu entfalten vermag; die schwere Löslichkeit des Gipses (1 : 400) erklärt aber zur Genüge den bei seiner alleinigen Anwendung eintretenden Stickstoffverlust. Er erfüllt einen Zweck immerhin dadurch, daß er im Laufe der Zeit durch Umsetzung mit kohlensaurem Ammoniak der Verflüchtigung des Stickstoffs entgegenwirkt und so Superphosphat als Konservierungsmittel teilweise erspart. Bei meinen später ausführlich zu beschreibenden Experimenten brachte ich den gewöhnlichen, 2 Moleküle Kristallwasser enthaltenden gemahlenen Gips zur Anwendung.

d) Gebrannter Kalk.

Die Anwendung von gebranntem Kalk zur Düngerkonservierung dürfte zu den allgemein herrschenden Anschauungen im starken Gegensatz stehen. Ist doch der Kalk eine stärkere Base als Ammoniak. Im allgemeinen Teile dieses Abschnittes aber bemerkte ich bereits, daß ich nebst denjenigen Stoffen, welche unmittelbar zur Bindung des Stickstoffes geeignet sind, als konservierenden Stoff auch noch denjenigen betrachten wollte, der geeignet ist, zu verhindern, daß in den Düngestoffen Gärungs- oder Fäulnisprozesse auftreten, oder dieselben wenigstens zu verlansamen, denn gerade der bei diesem Prozesse gasförmig entwickelte Stickstoff repräsentiert den Gesamt-Stickstoffverlust. Und diesem Zweck dient der gebrannte Kalk unleugbar in idealer Weise. Die nach dieser Richtung hin in bescheidener Zahl angestellten Versuche (Payen,[1]) Wolff[2])) bestätigen in vollster Übereinstimmung mit meinen, später zu erwähnenden Versuchen die Tatsache, daß auch die Vermengung von gebranntem Kalke mit frischem Dünger den Zerfall der letzteren und auf diese Weise einen beträchtlichen Stickstoffverlust derselben zu verhindern imstande ist.

Wolff schreibt dem gebrannten Kalke noch eine gewisse *stickstoffbindende* Kraft zu, die ich jedoch auf Grund der eigenen Versuche zu bestätigen nicht in der Lage bin (siehe Nr. V meines detaillierten Experimentes).

Nach meiner Auffassung besitzt der gebrannte Kalk keinerlei stickstoffbindende Eigenschaft, vielmehr wirkt er geradezu ammoniakaustreibend; doch kommt, wie wir sehen werden, dies in größerem Umfange nicht zum Ausdruck, wird vielmehr durch einen Einfluß auf die bakterielle Zersetzung wieder ausgeglichen; es kommt ihm also als

1) Die Experimente Payens waren mir leider nur in verschiedenen Referaten zugänglich. (H. Immendorf: a. a. O. S. 2—3).

2) Wolff a. a. O. S. 123 — 146.

konservierendem Stoff in erster Reihe die Bedeutung eines *Desinficiens der menschlichen Exkremente* zu. Ich werde darauf bei meinen, zu diesem Zwecke mehr nach der empirischen Richtung hin angestellten und im weiteren kurz zu beschreibenden Versuchen noch zurückkommen.

5. Eigene Laboratoriumsversuche.

Unter Anwendung der eben beschriebenen konservierenden Stoffe — Torf, Superphosphat, Gips und gebrannter Kalk — stellte ich 33 Versuche an. Der Zweck derselben war, diese konservierenden Stoffe, sowohl jeden besonders als auch verschieden kombiniert, in ihrer auf die menschlichen Exkremente ausgeübten, besonders stickstofferhaltenden Wirkung zu untersuchen, bzw. auf Grund der gewonnenen Ergebnisse auf die praktische Verwendbarkeit der einzelnen Stoffe Schlüsse ziehen zu können.

Damit das auf Grund meiner Versuche zu gewinnende Bild klarer sei und damit die zu ziehenden Schlüsse auf um so sicherer Grundlage ruhen sollten, stellte ich besondere Experimente an: a) über die flüssigen, b) über die festen und über die aus der Kombination dieser beiden entstandenen c) gemischten menschlichen Exkremente.

Bei Anstellung der Experimente — wie sich diese schon einigermaßen aus den gewählten konservierenden Stoffen ergab — hatte ich bei dem Auffangen und Aufsammeln der menschlichen Exkremente das Tonnensystem vor Augen, welcher Umstand natürlich, — damit die Versuche eine um so reellere Grundlage besitzen sollten — auch bei der Auswahl der Form der Versuchsgefäße in Anschlag gebracht werden mußte. Es versteht sich von selbst, daß im konkreten Falle das Resultat außerordentlich abhängig sein muß von der Größe der freien Oberfläche des Versuchsmaterials, denn z. B. bei flachen Gefäßen mit niedriger Seitenwand ist die Fläche der dünneren Schicht eine größere, die Oxidation wird bei der Be-

rührung mit Luft eine intensivere als bei Gefäßen, die eng gebaut, eher eine Röhrenform besitzen. Ich fand am zweckmäßigsten ein in Laboratorien gebräuchliches gewöhnliches Becherglas von 500 ccm Inhalt, wie es auch in seiner Form am meisten der Tonne ähnelt, und bei all meinen weiter unten zu beschreibenden Versuchen wandte ich ausschließlich diese Gefäße an.

Die Experimente wurden in einem besonderen Raume des landwirtschaftlichen Instituts angestellt. Dieser mir zur Verfügung stehende Raum war zwar vollkommen gegeschlossen und staubfrei, um aber den Zutritt von Staub völlig zu verhindern, deckte ich die Gefäße mit einem dachartig geformten Papierblatte zu, so jedoch, daß der erforderliche Zutritt der freien Luft nicht behindert war. Um eine gleichmäßige Durchlüftung der ganzen Masse herbeizuführen, rührte ich das Material im Verlaufe des Experimentes öfters mit einem Glasstabe um, welcher samt dem Becherglase tariert und bis zum Abschluß des Experimentes nicht aus dem letzteren entfernt wurde.

Um den Wechsel der Temperatur des Versuchszimmers beobachten zu können, wurde neben die Versuchsgefäße ein Maximal-Minimal-Thermometer aufgestellt.

Im Folgenden soll die Versuchsreihe einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

a) Versuche mit Harn.

Das zu den Versuchen benötigte mehr als 2 l betragende Quantum frischen Harns wurde von mehreren Personen zu gleicher Zeit beschafft, in einer verschlossenen Flasche abgekühlt und dann in einer Schale tüchtig umgerührt. Aus dieser, als homogen zu betrachtenden Harnmenge wurden in vorher tarierte Bechergläser je 200 ccm abgemessen und sofort genau abgewogen. Gleichzeitig nahm ich zwecks Bestimmung des Stickstoffgehaltes

des Versuchsharnes 7 besondere Proben, von denen 4 zur Bestimmung des Gesamtstickstoffs nach der Methode von Kjeldahl dienten. Diese Probe wurde derart genommen, daß ich das Gewicht der verwendeten 5 ccm betragenden Harnmenge sofort bestimmte, indem dieses Quantum in genau tarierte kleine Stickstoffkolben abpipettiert wurde; natürlich für alle vier Proben besonders. Darauf wurde eine Stickstoffbestimmung nach der Vorschrift von Kjeldahl vorgenommen. Ich fand in genauer Übereinstimmung mit den Ergebnissen des Prof. Dr. E. Heiden gewichtsprozentisch in der verwendeten Harnmenge: genau 1,0 % Stickstoff. Genannter Autor bezeichnet in seiner Arbeit[1]) dies als Durchschnittszahl. (Dr. Vogel nimmt aus dem Vergleiche mehrerer Analysen anderer Autoren nur 0,8 % als Durchschnittszahl an.)

Um die leichtlöslichen Stickstoffverbindungen bestimmen zu können, destillierte ich die restierenden 3 Proben mit gebrannter Magnesia. Den beim Harn damit abdestillierten Teil kann man nicht ohne weiteres als Ammoniakstickstoff bezeichnen, da die im Harn enthaltenen Stickstoffverbindungen (Harnstoff in erster Linie) sehr leicht zerfallen. Ich bezeichne daher diesen Teil bei allen Versuchen im Folgenden einfach als: „mit Magnesia (MgO) abdestellierbaren Stickstoff". Diesen fand ich bei der Vergleichung der Versuchsergebnisse aller drei Proben im vorliegenden Harnmateriale in Höhe von 0,103 %.

Gleichen Untersuchungen unterzog ich auch die zu Versuchszwecken angewandten konservierenden Stoffe. Als Ergebnisse dieser Untersuchungen fand ich beim Torf 1,80 % Gesamtstickstoff und 0,073 % mit Magnesia abdestillierbaren Ammoniakstickstoff; auch im Superphosphate fand ich ein minimales Quantum: 0,013 % Gesamtstickstoff. (Wahrscheinlich aus der Luft absorbiertes Am-

---

1) E. Heiden: Die menschlichen Exkremente. 1882. Hannover. Seite 8.

moniak). Im Gips und im gebrannten Kalke konnte kein Stickstoff gefunden werden.

Die Versuchsreihe wurde am 5. April angestellt und am 23. Mai abgeschlossen; sie hatte demnach eine Dauer von 48 Tagen. Das Versuchsmaterial wurde täglich kontrolliert, wobei, wie bereits erwähnt, der Temperaturwechsel ständig beobachtet wurde. Es erscheint aber überflüssig, eine den täglichen Wechsel der Temperatur veranschaulichende lange Zahlenreihe aufzuführen; um uns jedoch ein Bild davon machen zu können, gebe ich hier folgende Grenzzahlen an: die täglichen Minimaltemperaturen schwankten zwischen — 0 und 18° C (die Durchschnittsminimaltemperatur betrug in 48 Tagen 10,4° C). Demgegenüber schwankte das tägliche Maximum zwischen 7,5 und 31,5° C (sein Durchschnitt, auf 48 Tage bezogen, beträgt 19,5° C). Auf Grund dieser Zahlenergebnisse kann man behaupten, daß die Temperatur des Raumes auf die Gär- und Fäulnisprozesse keinen hindernden Einfluß ausgeübt hat.

Im Laufe der Versuche fiel mir der Umstand auf, daß das Versuchsmaterial in einigen Gefäßen in verschiedenem Maße — bald in dünner, bald in dicker Schicht — mit einem Rasen von Schimmelpilzen besetzt wurde. Um diese Erscheinung besonders zu prüfen, stellte ich eine gesonderte Versuchsreihe an, auf die ich später noch näher eingehen werde.

In jedem einzelnen Versuche wurden Harn und Konservierungsmittel vermengt. Der Stickstoffgehalt des Materials konnte ohne weiteres in jedem einzelnen Teile bestimmt werden, da diese Stoffe an sich zu Beginn des Versuches von homogener Zusammensetzung waren. Am Schlusse des Versuches zeigten sich aber sehr verschiedene Erscheinungen. In drei Fällen, Nr. III, IV und VIII, wurde der Harn nicht in seiner Gesamtmenge von den konservierenden Stoffen absorbiert, sondern stand zum Teil noch als Flüssigkeit darüber. Da es in einem solchen Falle unmöglich war,

eine zur genaueren Bestimmung des Stickstoffs dienende homogene Probe nehmen zu können, ging ich hier folgendermaßen vor: nachdem das Gewicht des Versuchsmaterials festgestellt war, fügte ich demselben eine die gesamte Stickstoffmenge ungefähr bindende Menge von Orthophosphorsäure mit einem kleinen Überschusse hinzu und übertrug das Ganze in eine Porzellanschale, trocknete auf dem Wasserbade ein und gewann dadurch ein homogenes Material, das brauchbar war und die Entnahme einer zuverlässigen Durchschnittsprobe ermöglichte.

In allen übrigen Fällen der Versuchsreihe konnte das Material ohnedies als homogen angesprochen werden.

Im Folgenden sollen die Versuche im einzelnen näher besprochen werden.

Versuch I.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	203,66	1,00	2,036	0,103	0,209
Torf	24,00	1,80	0,432	0,073	0,017
Zusammen	227,66	—	2,468	—	0,226
Nach 48 Tagen	107,58	1,150	1,237	0,660	0,710
Verlust	120,08		1,231		
In Prozent	52,70 %		49,87		

Die 24 g Torf waren nicht imstande gewesen, die oben angegebene Harnmenge sofort zu absorbieren. Während des Versuches fand ein beträchtlicher, fast 50 % ausmachender Stickstoffverlust statt. Die Torfmenge übte dabei keinerlei größeren hemmenden Einfluß auf den Gärungsprozeß aus, denn während zu Anfang die durch Magnesia abdestillierbare Menge des Gesamtstickstoffes nur 9,15 % betrug, machte dieselbe am Ende des Versuches schon 57,39 % des Gesamtstickstoffes aus.

Versuch II:

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	203,23	1,00	2,032	0,103	0,209
Torf	40,00	1,80	0,720	0,073	0,029
Zusammen	243,23	—	2,752	—	0,238
Nach 48 Tagen	137,42	1,353	1,859	0,726	1,000
Verlust	105,81		0,893		
In Prozent	43,5 %		32,45 %		

Bei diesen Versuchen absorbierten die 40 g Torf die gesamte vorhandene Harnmenge sofort und vollständig, so daß keinerlei flüssiger Bestandteil zu erkennen war; das ganze bot das Bild einer homogenen feuchten Masse. Der stattgehabte Stickstoffverlust war allerdings geringer als im Versuch I, doch war er noch immer ansehnlich (32,45 %). Diese verhältnismäßig bedeutende Torfmenge im Vergleich zum früheren Versuch übte auf die Gärung durchaus nicht eine entsprechende hindernde Wirkung aus, insofern als zu Anfang des Versuchs nur 8,65 % des gesamten Stickstoffs mit Magnesia abdestillierbar waren, während zu Ende desselben 53,63 % des bestimmbaren Gesamtstickstoffs mit Magnesia abdestillierbar waren.

Versuch III:

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	203,48	1,00	2,034	0,103	0,209
Superphosphat	40,00	0,013	0,005	—	—
Zusammen	243,48	—	2,039		0,209
Nach 48 Tagen	131,87	1,547	2,040	0,537	0,708
Verlust	111,61		+0,001		
In Prozent	45,8 %		0 %		

Bei diesem Versuche blieb der Stickstoff in seinem Totalquantum gewahrt, es wurde sogar 0,001 g mehr gefunden, auf welchen Umstand ich noch im Verlaufe unserer Abhandlung bei einer Reihe von analogen Fällen zurückkommen werde. *Ich kann im Einklange mit den Befunden anderer die Tatsache bestätigen, daß das Superphosphat den Gärungsprozeß beträchtlich verzögert.* Ich fand nämlich zu Anfang des Versuches 10,24 %, bei Abschluß desselben ergaben sich 34,70 % des mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoffes. Dies zeigt, daß der Abbau der organischen Stickstoffverbindungen nicht so beträchtlich war, wie wir dies im obigen Versuche gesehen haben, daß aber immer noch ein starker Zerfall vorlag. Am Schlusse des Experimentes war nicht die gesamte Harnmenge absorbiert, so daß ich dieselbe — wie dies bereits oben beschrieben — besonders eintrocknen mußte.

Versuch IV.

	Gewicht:	Gesamt-Stickstoff:		Mit MgO addestillierbarer Stickstoff:	
Das Versuchsmaterial:	g	%	g	%	g
Frischer Harn	203,50	1,00	2,035	0,103	0,209
Gips	40,00	—	—	—	—
Zusammen	243,50		2,035		0,209
Nach 48 Tagen	121,90	1,127	1,374	0,936	1,141
Verlust	121,60		0,661		
In Prozent	49,9%		32,48%		

Danach erwies sich der Gips allein als kein guter konservierender Stoff, da — wie die Zahlen zeigen — ein beträchtlicher Stickstoffverlust stattfand. Seinen hemmenden Einfluß auf die bakterielle Stickstoffzersetzung war äußerst gering, da von dem am Ende noch vorhandenen Gesamtstickstoff 83,04 % mit Magnesia abdestillierbar waren. Daß eine so große Quantität leicht flüchtiger Stickstoffverbindungen am Ende vorhanden waren, spricht

immerhin für die — wenn auch nicht vollkommene — stickstoffkonservierende Kraft des Gipses auf Grund der vorher abgegebenen Wechselumsetzung zwischen $CaSO_4$ und $(NH_4)_2CO_3$.

Versuch V.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	204,50	1,0	2,041	0,103	0,210
Gebrannter Kalk	40,00	—	—	—	—
Zusammen	244,11		2,041		0,210
Nach 48 Tagen	112,04	1,723	1,930	0,066	0,073
Verlust	132,07		0,111		
In Prozent	54,1%		5,43%		

Bei bloßer Anwendung von gebranntem Kalk in größerer Menge als konservierendem Stoff fand demnach ein unbedeutender Stickstoffverlust statt. Den Gärungsprozeß verhindert der gebrannte Kalk — wie es scheint — vollkommen. Es waren nämlich zu Anfang des Experimentes 10,28% des Gesamtstickstoffs mit Magnesia abdestillierbar; demgegenüber fand ich am Ende desselben nur 3,77% des Gesamtstickstoffs dieser Art vor. Hier fand also geradezu eine Abnahme statt, während in den obigen Versuchen eine zwar variable, doch jedesmal beträchtliche Zunahme konstatiert wurde. Bei näherer Betrachtung erkennen wir, daß gerade soviel Gesamtstickstoff verloren geht als dem Minus des mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoffs entspricht.

Ich kann also den gebrannten Kalk nicht als vollkommenen Stickstofferhalter bezeichnen, wie dies Wolff[1]) tut, denn ein Teil desselben (5,43%) wird, höchstwahrscheinlich der in Form von Ammoniakstickstoff vorhandene Anteil, durch Ätzkalk, als durch eine stärkere Basis vertrieben. Seine konservierende Fähigkeit müssen wir je-

1) E. Wolff: a. a. O. S. 123—146.

doch auf Grund der obigen Zahlenergebnisse als sehr gut erklären.

Die aus diesem Experimente gewonnenen Ergebnisse decken sich vollkommen mit den soeben erwähnten Erfahrungen Wolffs, die er bei Anwendung des Kalkes betreffs dessen konservierender Wirkung auf den Stalldünger in seinen Experimenten gewonnen hat. Diese Experimente und Erfahrungen, welche neben den Payenschen meines Wissens einzig in der diesbezüglichen Literatur dastehen, ergaben gleich den meinigen das Resultat, daß bei Anwendung des Kalkes in größerer Menge: „. . . überall in dem verrotteten Mist eine überaus geringe Menge von fertig gebildetem Ammoniak gefunden ist. Flüchtiges kohlensaures Ammoniak war in den Mistproben garnicht vorhanden.“ Betreffs der konservierenden Wirkung des Kalkes äußert er sich auf Grund seiner Experimente, und zwar, indem er die bei denselben gewonnenen Resultate mit denen bei Holzkohle und Gips gewonnenen vergleicht, folgendermaßen: „. . . deutlich besser ist der Stickstoff im Dünger durch den Gips, noch vollständiger durch den Kalk konserviert und zurückgehalten worden. Die günstige Wirkung der letztgenannten Stoffe, wenn sie dem ganz frischen Stallmiste in geeigneter Menge beigemischt werden, ist also hauptsächlich dadurch bedingt, daß unter ihrem Einflusse die Fäulnis der organischen Substanz verlangsamt und gleichzeitig eine absolut und relativ größere Menge Stickstoff in organischer Verbindung im Miste zurückbleibt.“

Tatsache ist aber, daß die wissenschaftliche Kritik[1]) die Resultate des Wolffschen Versuches sehr mißtrauisch aufnahm und, daß sie dieselben als nach dieser Richtung einzig dastehend für unzuverlässig erklärte. Ich schließe mich jedoch auf Grund meiner Experimente und den bei

1) Heiden: Lehrbuch der Düngerlehre. Hannover 1887. S. 150. H. Immendorf a. a. O. S. 3.

diesen gewonnenen Resultaten, die konservierende Wirkung des Kalkes betreffend, vollkommen der Auffassung Wolffs an.

Versuch VI.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	202,87	1,00	2,028	0,103	0,208
Torf	24,00	1,80	0,432	0,073	0,017
Superphosphat	8,00	0,013	—		—
Zusammen	234,87	—	2,460		0,225
Nach 48 Tagen	112,74	2,187	2,465	1,452	1,476
Verlust	122,13		+ 0,005		
In Prozent	51,9%		0%		

Das Gesamtquantum des Harns wurde anfangs durch die Torf- und Superphosphatmenge nicht völlig absorbiert. Ein Stickstoffverlust jedoch trat nicht ein; ja bei Abschluß des Versuches wurde sogar ein Plus von 0,005 g konstatiert. Auf die Gärung übte das Gemisch keinen hindernden Einfluß aus, denn beim Schlusse des Experimentes ergaben sich 59,87% mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoffs des Gesamtstickstoffes, während dies zu Beginn desselben 9,14% ausmachte.

Veruch VII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	203,11	1,00	2,031	0,103	0,209
Torf	30,00	1,80	0,540	0,073	0,021
Gebrannter Kalk	20,00	—	—	—	—
Superphosphat	10,00	0,13	0,001	—	—
Gips	10,10	—	—	—	—
Zusammen	273,11		2,572		0,230
Nach 48 Tagen	149,43	1,724	2,576	0,156	0,233
Verlust	123,68		+ 0,004		
In Prozent	45,3%		0%		

Das zu obiger Harnmenge hinzugefügte Quantum des erwähnten Gemisches war imstande, die Flüssigkeit sofort völlig zu absorbieren, und im Vergleiche zu all meinen Harnversuchen fand ich, daß dieses Experiment am raschesten, — etwa 12 Tage —, eine konsistente, vollends trockene Masse ergab, was wir gewiß dem neben dem Torfe in beträchtlicher Menge angewandten gebrannten Kalke zuschreiben können, welch letzterer — wie wir wissen — nicht nur eine beträchtliche Menge von Wasser chemisch zu binden imstande ist, sondern auch dessen Verdunstung befördert.

Was den Stickstoffgehalt des Versuchsmateriales betrifft, so war dessen ganzes Quantum unvermindert erhalten worden; ja ich fand sogar ein unbedeutendes Plus.

Betreffs des mittels Magnesia abdestillierbaren Stickstoffquantums fand ich eine vollkommene Wiederholung des im Experimente V. bereits beschriebenen Bildes; es wurden nämlich die organischen Stoffe unverändert bis an das Ende des Versuches konserviert; der mit Magnesia abdestillierbare Stickstoff in der Menge von 0,233 g deckte sich fast vollkommen mit dem bei der Einstellung gefundenen 0,230 g des Stickstoffquantums dieser Art. Ein Unterschied ergab sich nur insofern zwischen diesen beiden Versuchen, als bei dem ersteren dieser mehr flüchtige — Ammoniakstickstoff — zum Teil (5,43% auf das gesamte Stickstoffquantum bezogen) verloren ging, indeß hier die gesamte Menge desselben konserviert blieb, welcher Umstand jedenfalls der in den im obigen Gemenge angewandten sauren Stoffen enthaltenen ammoniakbindenden Kraft zuzuschreiben ist.

In den nun folgenden drei Versuchen verwandte ich ein Gemenge von Torf, Superphosphat und Gips in der Weise, daß diese Stoffe jedesmal in einem bestimmten festen Verhältnisse zu einander, aber in verschiedener Menge verwendet wurden. Das Verhältnis der Mischung war folgendes:

60% Torf, 20% Superphosphat und 20% Gips. In welcher Weise das in meinen Versuchen verwendete Gemisch auf den Harn wirkte, bzw. Stickstoffbewahrende Eigenschaft entfaltete, werden wir aus folgendem ersehen. sehen.

Versuch VIII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	203,55	1,00	2,035	0,103	0,209
Torf	12,00	1,80	0,216	0,073	0,008
Superphosphat	4,00	0,013	—	—	—
Gips	4,00	—	—	—	—
Zusammen	123,55		2,251		0,217
Nach 48 Tagen	94,61	1,807	1,710	1,376	1,302
Verlust	128,94		0,541		
In Prozent	57,6 %		24,03 %		

Die hier angewandten 20 g des Gemenges absorbierten nicht sofort die hinzugefügte Harnmenge, sondern das Ganze bildete noch am Ende des Experimentes eine mehr oder weniger flüssige Masse; ich mußte sie daher ebenfalls auf die schon erwähnte Weise eintrocknen.

Dieses Quantum an konservierenden Stoffen war nicht imstande, die im Versuchsmateriale enthaltene Stickstoffmenge zu bewahren, da aus demselben 24,03% sich verflüchtigten. Auf den Gärungsprozeß übte die Mischung keinen hindernden Einfluß aus; es waren nämlich zu Anfang des Experimentes 9,64 % des Gesamtstickstoffes an mit Magnesia abdestillierbarem Stickstoff vorhanden, während zu Ende desselben 76,14 % Stickstoff dieser Art gefunden wurden.

Versuch IX.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Siedestoff: %	Gesamt-Siedestoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	203,61	1,00	2,036	0,103	0,209
Torf	24,00	1,80	0,432	0,073	0,017
Superphosphat	8,00	0,013	—	—	—
Gips	8,00	—	—	—	—
Zusammen	243,61		2,468		0,226
Nach 48 Tagen	121,44	2,016	2,448	1,155	1,298
Verlust	122,17		0,020		
In Prozent	50,1%		0,81%		

Beim Einstellen absorbierte das Gemenge nicht sofort die Harnmenge; jedoch bildete sich im Laufe des Versuches aus dem Ganzen eine trockne Masse. Ich konstatierte — wie oben ersichtlich — einen minimalen Stickstoffverlust, insgesamt 0,81%. Der Gärungsprozeß wurde in einem beträchtlicheren Grade, als dies in früheren Versuchen bei einer geringeren Menge des Gemisches der Fall war, — verzögert, denn in diesem Versuche fand ich bei Abschluß desselben nur 53,02% mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoff vom Gesamtstickstoff vor.

Versuch X.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	203,54	1,00	2,035	0,103	0,209
Torf	36,00	1,80	0,648	0,073	0,026
Superphosphat	12,00	0,013	0,002	—	—
Gips	12,00	—	—	—	—
Zusammen	263,54		2,685		0,225
Nach 48 Tagen	150,24	1,789	2,688	0,946	1,243
Verlust	113,30		+ 0,003		
In Prozent	42,9%		0%		

Die Mischung von 60 g absorbierte sofort die Harnmenge bei Einstellung des Versuches. Im Verlaufe desselben fand keinerlei Verlust von Stickstoff statt, vielmehr fand ich bei Abschluß desselben ein Plus von 0,03 g. Betreffs des Gärungsprozesses ergab sich am Anfange des Versuches ein Quantum von 8,75 % des mittels Magnesia abdestillierbaren Stickstoffes, bei Abschluß desselben jedoch 46,26% dieser Art.

Versuch XI.

	Gewicht:	Gesamt-Stickstoff:		Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff:	
Das Versuchsmaterial:	g	%	g	%	g
Frischer Harn	203,65	1,60	2,036	0,103	0,209
Nach 48 Tagen	64,97	0,421	0,273		Spur
Verlust	138,68		1,763		
In Prozent	68,1%		86,59%		

Der in diesem Versuche ohne jedweden Zusatz verwendete Harn — der zur Kontrolle der in der obigen detaillierten Versuchsreihe zu dienen bestimmt war — zeigte ein außerordentlich interessantes Bild.

Wie zu erwarten, trat in diesem Versuche der größte Verlust sowohl an Gewicht, als an Stickstoff auf; der Verlust an letzterem betrug am Schlusse des Versuches nicht weniger als 86,59%. Mit Magnesia abdestillierbarer Stickstoff fand sich bei Schluß des Experimentes nur in Spuren vor. Dies findet seine Begründung darin, daß das infolge des Zerfalles der organischen Stoffe ungehindert entstehende, außerordentlich flüchtige kohlensaure Ammoniak sofort entweicht und der bakterielle Zersetzungsprozeß so außerordentlich weit fortschreiten kann.

Die Resultate der ganzen Versuchsreihe finden sich — wegen der besseren Übersicht — in der folgenden Tabelle I zusammengestellt:

Tabelle I.

Versuche mit Harn.

Nr. des Versuchs	Dauer	Harngewicht	Gesamt-Gewicht		Gewichtsverlust			Stickstoff								Mit MgO. abdestillierbarer Teil des Gesamt Stickstoffs		Bemerkung
			Bei der Einstellg.	Nach dem Versuch	in	In Prozent		Bei der Einstellung			Nach dem Versuch		Verlust			Bei der Einstellg.	Nach dem Versuch	
						an Gesamtgewicht	an Harngewicht	Gesamt	Mit MgO abdestillierbar	Gesamt im Harn	Gesamt	Mit MgO abdestillierbar	in	In Prozent an Gesamtstickstoff	In Prozent an Harnstickstoffe			
		g	g	g	g	%	%	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	
1	2	3	4	5	6 (4-5)	7 (4-6)	8 (3-6)	9	10	11	12	13	14 (9-12)	15 (9-14)	16 (11-14)	17 (9-10)	18 (12-13)	19
I	48 Tge	203,66	227,66	107,58	120,08	52,9	58,9	2,468	0,226	2,036	1,237	0,710	1,231	49,83	**60,46**	9,15	57,39	Torf (24 g)
II	„	203,23	243,23	137,42	105,81	43,5	52,0	2,752	0,238	2,032	1,859	0,997	0,893	32,45	**43,94**	8,65	53,63	Torf (40 g)
III	„	203,48	243,48	131,87	111,61	45,8	54,8	2,039	0,209	2,034	2,040	0,708	+0,001	0	**0**	10,24	34,70	Superphosphat
IV	„	203,50	243,50	121,91	121,60	49,9	59,7	2,035	0,209	2,035	1,374	1,141	0,661	32,48	**32,48**	10,26	83,04	Gips
V	„	204,11	244,11	112,04	132,07	54,1	64,7	2,041	0,210	2,041	1,930	0,073	0,111	5,43	**5,43**	10,28	3,77	Gebrannter Kalk
VI	„	202,87	234,87	112,74	122,13	51,9	60,2	2,460	0,225	2,028	2,465	1,476	+0,005	0	**0**	9,14	59,87	Torf + Superphosphat
VII	„	203,11	273,11	149,43	123,68	45,3	60,8	2,572	0,230	2,031	2,576	0,233	+0,004	0	**0**	8,90	9,04	Torf+Gebr.Kalk+Sup.phos.+Gips
VIII	„	203,55	223,55	94,61	128,94	57,6	63,3	2,251	0,217	2,035	1,710	1,302	0,541	24,03	**26,58**	9,64	76,14	Torf + Sup. phos + Gips (20 g)
IX	„	203,61	243,61	121,44	122,17	50,1	60,0	2,468	0,226	2,036	2,448	1,298	0,020	0,81	**0,98**	9,15	53,02	„ „ (40 g)
X	„	203,54	263,54	150,24	113,30	42,9	55,8	2,685	0,235	2,035	2,688	1,243	+0,003	0	**0**	8,75	46,24	„ „ (60 g)
XI	„	203,65	203,65	64,97	138,68	68,1	68,1	2,036	2,209	2,036	0,273	Spur	1,763	86,59	**86,59**	10,26	Spur	Ohne Zusatz

b) Versuche mit Kot.

Die getrennt vom Harn aufgegangene Kotmenge wurde in frischem Zustande in einer größeren Porzellanschale gründlich umgerührt und zwar derart, daß das Ganze eine vollständig homogene Masse darstellte. Dies bildete in den folgenden Experimenten das Versuchsmaterial, von welchem in je ein mit den gleichen konservierenden Stoffen, wie in der vorhergehenden Versuchsreihe, gefülltes Becherglas ein gewisses Quantum abgewogen wurde; dies wurde mit dem konservierenden Stoffe tüchtig zusammengerührt. Das Abwägen einer bestimmten Menge, — z. B. von 200 g —, wie dies in obiger Versuchsreihe leicht mittels Pipette geschehen konnte, erwies sich als sehr umständlich. Deshalb begnügte ich mich mit annähernd 200 g betragenden Mengen, deren genaues Gewicht sofort festgestellt wurde. Bedeutende Differenzen im Quantum, die von Einfluß auf das Resultat der Versuche sein konnten, bestanden nicht.

Gleichzeitig entnahm ich zur Bestimmung des Stickstoffes Proben und zwar 3 Proben zur Bestimmung des Gesamtstickstoffes und 3 zur Bestimmung des Ammoniakstickstoffes. Das Ergebnis der Analyse war im ersteren Falle 1,382% N, in letzterem 0,085% mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoffs. Der Stickstoffgehalt der zur Konservierung verwendeten Stoffe — vom selben Material wie oben gewonnen — stimmte vollkommen mit dem im ersten Falle gefundenen überein, d. h. der Torf besaß 1,80% Gesamtstickstoff und 0,073% Ammoniakstickstoff; indeß im Superphosphat wieder 0,013% Gesamtstickstoff gefunden wurde.

Der Versuch dauerte vom 12. April bis zum 29. Mai 1913, währte also 47 Tage. Betreffs der Temperatur gebe ich auch hier, wie in obigem Falle, nur Mittelzahlen resp. Grenzzahlen an; und zwar betrug das Minimum während der 47 Tage $+0{,}5 - +18^0$ C, das Durchschnittsminimum

betrug 10,9° C; das Maximum schwankte zwischen 11 und erhob sich bis auf 31,5° C und betrug im Durchschnitte 20,1° C. Die Temperatur des Versuchszimmers konnte mithin auf den Gärungsprozeß keinerlei hindernden Einfluß ausüben.

Die Versuche standen in dem bereits oben erwähnten Raume, und waren neben den sie gegen Staub von oben schützenden dachförmigen Papierdeckeln auch noch mit einem Drahtnetze zugedeckt, damit nicht etwa durch das Hineingeraten von Fliegenkadavern die Resultate gestört würden. Auf diese Weise war aber der Zutritt der atmosphärischen Luft nicht behindert, auch wurde derselbe durch Umrühren des Materials, wie oben, noch unterstützt.

Beim Abschluß des Versuches war es in keinem Falle nötig, das Versuchsmaterial künstlich einzutrocknen, denn die Ingredienzien sämtlicher Versuche waren pulverisierbar, mithin konnten alle einer verläßlichen Probeentnahme unterzogen werden.

Im Folgenden soll nun jeder Versuch genauer beschrieben werden.

Versuch XII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Kot	196,81	1,382	2,719	0,085	0,167
Torf	24,00	1,80	0,432	0,073	0,017
Zusammen	220,81	—	3,151		0,184
Nach 47 Tagen	123,43	1,962	2,422	0,596	0,736
Verlust	97,38		0,729		
In Prozent	44,1 %		22,14 %		

Die konstatierte Abnahme an Stickstoff von 23,14% bedeutete immer noch einen bedeutenden Stickstoffverlust, der aber bei weitem nicht diejenige Höhe erreichte, welche bei derselben Torfmenge im Harne in der Größe

von fast 50% gefunden wurde. Dies haben wir jedenfalls dem Umstande zuzuschreiben, daß die Stickstoffverbindungen im Kote nicht in einer so leicht zersetzbaren flüchtigen Form enthalten sind, wie dies im Harn der Fall ist; deswegen ist auch keine so große Gelegenheit zum Entweichen des Stickstoffes vorhanden. Damit hängt auch der während der Versuchszeit beobachtete langsame Gärungsprozeß zusammen; es waren nämlich am Ende des Versuches 30,38% des mit Magnesia abdestillierbaren vorhanden, während ich beim Harn in dem Parallelversuche 57,39% Stickstoff dieser Art fand.

Versuch XIII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Kot	201,13	1,382	2,779	0,085	0,171
Torf	40,00	1,80	0,720	0,073	0,029
Zusammen	241,13	—	3,499		0,200
Nach 47 Tagen	148,78	2,011	2,992	0,465	0,840
Verlust	92,35		0,507		
In Prozent	38,3 %		14,49 %		

Auch diese Zahlen ergeben — im Vergleich mit den korrespondierenden Harnergebnissen — dasselbe Resultat, wie der Versuch XII, dessen Ergebnisse ich soeben beschrieben habe. Wir können auch hier konstatieren, daß die zur Verwendung gelangte größere Menge von Torf auf den Gärungsprozeß keinen, ihrer Masse entsprechenden Einfluß ausübte, denn zum Schlusse des Versuches betrug die mittels Magnesia abdestillierbare Stickstoffmenge 28,07 %, mithin nur ungefähr 2 % weniger, als im Versuch XII.

Versuch XIV.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Kot	192,91	1,382	2,666	0,085	0,164
Superphosphat	40,00	0,013	0,005	—	—
Zusammen	232,91		2,671		0,164
Nach 47 Tagen	132,40	2,016	2,669	0,288	0,381
Verlust	100,51		0,002		
In Prozent	43,2 %		0 %		

Die konservierende Wirkung des Superphosphates erwies sich auch in diesem Falle als eine vollständige, denn die außerordentlich geringe Stickstoffabnahme von 0,002 g liegt innerhalb der Fehlergrenze und kann nicht als Verlust angesehen werden. Superphosphat wirkte auch auf die Gärung hindernd, denn am Schlusse des Versuches fanden sich nur 14,27% durch Magnesia abdestillierbarer Stickstoff vor, wovon noch 6,14% bei Einstellung in dieser Form vorhandenen Stickstoffes in Abzug zu bringen sind.

Versuch XV.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Kot	204,11	1,382	2,821	0,085	0,173
Gips	40,00	—	—	—	—
Zusammen	244,11		2,821		0,173
Nach 47 Tagen	138,19	1,547	2,138		0,881
Verlust	105,92		0,683		
In Prozent	43,4 %		24,21 %		

Vergleichen wir diesen Versuch mit dem entsprechenden Versuch der vorhergehenden Reihe, so sehen wir, daß der allein angewandte Gips hier einen noch schlechter

konservierenden Stoff darstellte, als im Versuche mit Harn. Dies ist höchstwahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß der Gips seine stickstoffbindende Eigenschaft nur in gelöstem Zustande zu entfalten vermag; bei diesem Versuchsmaterial jedoch war keine hinreichende Gelegenheit für den Gips gegeben, sich zu lösen, wie dies in der vorausgehenden Serie bei den Harnversuchen der Fall war. Am Schlusse des Versuches fanden sich 41,32 % mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoffs vor. Vergleichen wir dies Ergebnis mit dem des XXII. Versuches, der weiter unten erwähnt wird, wo Kot ohne Zusatz zur Verwendung kam, so ersehen wir, daß der Gips auf die Verzögerung der Gärung keinerlei Einfluß ausübte.

Versuch XVI.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Kot	194,53	1,382	2,688	0,085	0,165
Gebrannter Kalk	40,00	—	—	—	—
Zusammen	234,53		2,688		0,165
Nach 47 Tagen	133,68	1,970	2,634	0,073	0,098
Verlust	100,85		0,054		
In Prozent	43,0 %		2,01 %		

Der gebrannte Kalk, für sich angewendet, bewirkte beim Kot auch nur einen sehr geringen Stickstoffverlust und verhinderte im Versuchsmaterial jedweden chemischen Zerfall. Ich fand beim Einstellen des Versuches 0,165 g von mit Magnesia abdestillierbarem Stickstoff, demgegenüber am Schlusse desselben 0,098 g Stickstoff dieser Art. Der Differenz entspricht annähernd das Gewicht des verloren gegangenen Gesamtstickstoffes (0,054 g).

Versuch XVII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Kot	198,72	1,382	2,748	0,085	0,168
Torf	24,00	1,80	0,432	0,073	0,017
Superphosphat	8,00	0,013	—	—	—
Zusammen	230,12	—	3,170		0,185
Nach 47 Tagen	133,64	2,371	3,169	0,712	0,865
Verlust	96,48		0,001		
In Prozent	41,9 %		0 %		

Beim Gemenge von Torf und Superphosphat fand in diesem Falle kein Stickstoffverlust statt; doch hinderte dasselbe auch den Gärungsprozeß nicht sonderlich, denn beim Einstellen des Versuches fanden sich 5,83% von mit Magnesia abdestillierbarem Stickstoff, am Schlusse desselben ergaben sich schon 27,29% von Stickstoff dieser Form.

Versuch XVIII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Kot	203,02	1,382	2,805	0,085	0,172
Torf	30,00	1,80	0,540	0,073	0,021
Gebrannter Kalk	20,00	—	—	—	—
Superphosphat	10,00	0,013	0,001	—	—
Gips	10,00	—	—	—	—
Zusammen	273,02		3,346		0,193
Nach 47 Tagen	172,73	1,938	3,347	0,120	0,201
Verlust	100,29		+ 0,001		
In Prozent	36,7 %		0 %		

Bei Verwendung dieses Gemisches fand — wie wir sehen — kein Stickstoffverlust statt; ja wir können sagen, daß am Schlusse des Versuches sämtliche organischen Stickstoffverbindungen als solche konserviert waren, da am Anfange des Versuches 5,76% von mit Magnesia ab-

destillierbarem Stickstoff anwesend war, am Schlusse desselben 6,00% dieser Form des Gesamtstickstoffes, — also fast die gleiche Menge.

Versuch XIX.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	g
Frischer Kot	201,22	1,382	2,780	0,085	0,171
Torf	12,00	1,80	0,216	0,073	0,008
Superphosphat	4,00	0,013	—	—	—
Gips	4,00	—	—	—	—
Zusammen	221,22		2,996		0,179
Nach 47 Tagen	114,81	2,392	2,746	0,744	0,854
Verlust	106,41		0,250		
In Prozent	48,1 %		8,37 %		

20 g des hier gegebenen Zusatzes erwiesen sich beim Kot nicht als vollständig stickstoffkonservierend; jedoch war der Verlust bedeutend geringer als beim Harn. Auch der Gärungsprozeß war ziemlich lebhaft, denn am Schlusse des Versuches waren 31,9% von mit Magnesia abdestillierbarem Stickstoff vorhanden, indes beim Einstellen desselben nur 5,97% in dieser Form anwesend waren.

Versuch XX.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	g
Frischer Kot	197,21	1,382	2,725	0,085	0,167
Torf	24,00	1,80	0,432	0,073	0,017
Superphosphat	8,00	0,013	—	—	—
Gips	8,00	—	—	—	—
Zusammen	237,21		3,157		0,184
Nach 47 Tagen	139,00	2,271	3,157	0,625	0,802
Verlust	98,21		0,000		
In Prozent	42,2 %		0 %		

Beim Abschlusse des Versuches war ganz dieselbe Menge von Stickstoff vorhanden, wie beim Beginn; es fand also in diesem Falle nicht der geringste Verlust statt, wie wir einen solchen im analogen Versuche mit Harn, — wenn auch in unbedeutender Menge, konstatieren mußten. Der Zerfall der organischen Stoffe war etwas langsamer, als im vorhergehenden XIX. Versuche, wenn auch immerhin noch beträchtlich, denn ich fand am Schlusse des Versuches 25,40 % von mit Magnesia abdestillierbarem Stickstoff vor, gegenüber 5,82 % zu Anfang desselben.

Versuch XXI.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Kot	200,43	1,382	3,770	0,085	0,170
Torf	36,00	1,80	0,648	0,073	0,026
Superphosphat	12,00	0,013	0,002	—	—
Gips	12,00	—	—	—	—
Zusammen	260,43		3,420		0,196
Nach 47 Tagen	164,02	2,355	3,423	0,524	0,761
Verlust	96,41		+ 0,003		
In Prozent	37,0 %		0 %		

Im Versuchsmaterial wurde die gesamte Stickstoffmenge konserviert. Beim Vergleich der auf den Gärungsprozeß in den drei letzten Versuchen ausgeübten hemmenden Wirkung finden wir, daß dieselbe zwar absolut zunimmt, daß diese Steigerung aber relativ im Vergleich mit dem angewandten Quantum der „Mischung“ stufenweise abnimmt, denn wir finden, daß in diesem Versuche die mit Magnesia abdestillierbare Stickstoffmenge am Schlusse desselben nur 22,22 % ausmacht gegenüber 5,73 % zu Anfang desselben.

Versuch XXII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Kot	195,73	1,382	2,705	0,085	0,166
Nach 47 Tagen	91,02	1,658	1,510	0,057	0,052
Verlust	104,71		1,195		
In Prozent	53,5 %		44,17 %		

In dem ohne jeden Zusatz von konservierenden Stoffen 47 Tage lang aufgestellten Kote trat — wie zu erwarten — sowohl an Gewicht als auch an Stickstoff der größte Verlust ein. Ich fand hier einen kleinen Bruchteil des Stickstoffes in durch Magnesia abdestillierbarer Form in Höhe von 3,44%, gegenüber von 6,13% zu Anfang desselben vor. Die Erklärung für diesen Unterschied vom Harn finden wir darin, daß der Kot vermöge seiner festen Konsistenz einen Teil des flüchtigen Stickstoffes, wenn auch in kleinem Maße, doch immerhin infolge seiner physikalischen Wirkungsweise zu absorbieren vermag.

Die Resultate der beschriebenen Versuchsreihe soll in Tabelle II zusammengefaßt werden.

Tabelle II.

Versuche mit Kot.

Nr. des Versuchs	Dauer	Harngewicht	Gesamt-Gewicht		Gewichtsverlust			Stickstoff								Mit MgO. abdestillierbarer Teil des Gesamt-Stickstoffs		Bemerkung
								Bei der Einstellung			Nach dem Versuch		Verlust					
			Bei der Einstellg.	Nach dem Versuch	in	In Prozent								In Prozent				
						an Gesamtgewicht	an Kotgewicht	Gesamt	Mit MgO abdestillierbar	Gesamt im Kot	Gesamt	Mit MgO abdestillierbar	in	an Gesamtstickstoff	an Kotstickstoff	Bei der Einstellg.	Nach dem Versuch	
		g	g	g	g	%	%	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	
1	2	3	4	5	6 (4-5)	7 (4-6)	8 (3-6)	9	10	11	12	13	14 (9-12)	15 (9-14)	16 (11-14)	17 (9-10)	18 (12-13)	19
XII	47 Tge	196,81	220,81	123,43	97,38	44,1	48,9	3,151	0,184	2,719	2,422	0,736	0,729	23,14	**26,81**	5,83	30,38	Torf (24 g)
XIII	„	201,13	241,13	148,78	92,35	38,3	45,9	3,499	0,200	2,779	2,992	0,840	0,507	14,49	**18,24**	5,71	28,07	Torf (40 g)
XIV	„	192,91	232,91	132,40	100,51	43,2	52,1	2,671	0,164	2,666	2,669	0,381	0,002	0	**0**	6,74	14,27	Superphosphat
XV	„	204,11	244,11	138,19	105,92	43,4	51,9	2,821	0,173	2,821	2,138	0,881	0,683	24,21	**24,21**	6,13	41,32	Gips
XVI	„	194,53	234,53	133,68	100,85	43,0	51,8	2,688	0,165	2,688	2,634	0,098	0,054	2,00	**2,00**	6,13	3,72	Gebrannter Kalk
XVII	„	198,12	230,12	133,64	96,48	41,9	48,7	3,170	0,185	2,738	3,169	0,865	0,001	0	**0**	5,83	27,29	Torf + Superphosphat
XVIII	„	203,02	273,02	172,73	100,29	36,7	49,4	3,346	0,193	2,805	3,347	0,201	+0,001	0	**0**	5,76	6,00	Torf+Gebr.Kalk+Sup.phos.+Gips
XIX	„	201,22	221,22	114,81	106,41	48,1	52,8	2,996	0,179	2,780	2,746	0,854	0,250	8,34	**8,99**	5,97	31,09	Torf + Sup. phos. + Gips (20 g)
XX	„	197,21	237,21	139,00	98,21	41,4	49,8	3,157	0,184	2,725	3,157	0,802	0,000	0	**0**	5,82	25,40	„ „ (40 g)
XXI	„	200,43	260,43	164,02	96,41	37,0	48,1	3,420	0,196	2,770	3,423	0,761	+0,003	0	**0**	5,73	22,22	„ „ (60 g)
XXII	„	195,73	195,73	91,02	104,71	53,5	53,5	2,705	0,166	2,705	1,510	0,052	1,195	44,17	**44,17**	6,13	3,44	Ohne Zusatz.

c) Versuche mit gemischten menschlichen Exkrementen.

In den vorausgehenden zwei Versuchsreihen beobachteten wir das Verhalten des menschlichen Harnes und Kotes, und zwar gesondert voneinander, bei Anwendung bestimmter konservierender Stoffe. Wir haben so eine Grundlage gewonnen für die Beurteilung der entsprechenden Vorgänge, wenn feste und flüssige menschliche Exkremente nicht gemeinsam angewandt werden. Da in den meisten Fällen Harn und Kot zusammen aufgefangen und behandelt werden, war es notwendig, eine Versuchsreihe anzustellen, welche das Verhalten dieser gemischten menschlichen Exkremente zeigen sollte.

Die zur Anstellung des Versuches nötigen ganz frischen Exkremente wurden gesondert aufgefangen, sie wurden dann gut verrührt, bis sie eine homogene Masse darstellten. Bei ihrem Vermengen in Versuchsgefäßen hielt ich die bezüglich der menschlichen Exkretion angegebene durchschnittliche Tagesmenge inne (siehe S. 12 dieser Arbeit: 133 g Kot und 1200 g Harn), deren Verhältnis 1 : 9 ausmachte. In das vorher tarierte Becherglas, welches mit den konservierenden Stoffen von bestimmter Quantität gefüllt war, wurden Harn, ca. 180 g, pipettiert, dessen Gewicht sofort genau auf der Wage bestimmt wurde; danach wurden ca. 20 g von dem homogenen Kote dazu gewogen; schließlich wurde das Ganze gründlich durchmischt.

Die zwecks Bestimmung des Stickstoffs gleichzeitig von beiden Stoffen gewonnenen je 6 Proben ergaben folgendes Resultat. Beim Harne fand ich 0,920 % Gesamtstickstoff und 0,112 % mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoff; beim Kot 1,431 % Gesamtstickstoff und 0,202 % mittels Magnesia abdestillierbaren Stickstoff vor. Die angewandten konservierenden Stoffe waren dieselben wie in den beiden vorhergehenden Versuchsreihen. Ich will hier

noch bemerken, daß ich mir das zu allen drei, bzw. vier Versuchsserien nötig erscheinende Quantum jedes einzelnen konservierenden Stoffes im voraus, bei Einstellung der ersten Versuchsserie schon mit approximativer Genauigkeit abwog und dies in vollständig homogenen Zustand brachte, damit die Ergebnisse nicht nur bei Vergleichung der einzelnen Versuche, sondern auch beim Vergleiche dieser Versuchsserien untereinander brauchbar waren. Der Torf hatte 1,80 % Gesamtstickstoff und 0,73 % mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoff; das Superphosphat 0,013 % Gesamtstickstoff, wie bei Serie I und II.

Der Versuch dauerte vom 19. April bis zum 7. Juni, hatte also eine Dauer von 49 Tagen. Die Grenzzahlen der Temperatur des Raumes resp. die Durchschnitte derselben schwankten beim Minimum zwischen + 7 und + 18° C und hatten einen Durchschnitt desselben von 13,2° C; das tägliche Maximum lag zwischen + 14 und + 32° C, im Durchschnitt bei 21,3° C. Die Temperatur konnte danach in ihren beiden Extremen keinen hindernden Einfluß auf die Gärung ausüben.

Das Versuchsmaterial war, wie oben, gegen das Hineingeraten von Fremdkörpern geschützt und wurde des öfteren gründlich umgerührt. Leider zerbrach hierbei das Gefäß des XXXI. Versuches, und da das Versuchsmaterial nicht noch einmal quantitativ bestimmbar war, mußte dieser Versuch zu meinem Bedauern ausfallen.

Nach Abschluß des Versuches mußte das Material der Gefäße No. XXV und XXVI zwecks Probeentnahme in der bereits in der ersten Serie beschriebenen Art unter Zusatz von Phosphorsäure besonders eingetrocknet werden.

Im einzelnen ergaben die Versuche folgendes Bild:

Versuch XXIII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	182,07	0,920	1,675	0,112	0,204
Frischer Kot	19,31	1,431	0,276	0,202	0,039
Torf	24,00	1,80	0,432	0,073	0,017
Zusammen	225,38	—	2,383		0,260
Nach 49 Tagen	112,02	1,079	1,209	0,668	0,748
Verlust	113,36		1,174		
In Prozent	50,3 %		49,27 %		

Es trat rund 50% Stickstoffverlust ein. Dieser Verlust deckt sich vollständig mit dem in der vorausgehenden Versuchsreihe beim Harn konstatierten Verlustquantum. Auch der Gärungsprozeß war ziemlich lebhaft, denn am Schluß des Versuches fand sich 61,86% des mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoffs vor.

Versuch XXIV.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	181,51	0,920	1,670	0,112	0,203
Frischer Kot	21,42	1,431	0,306	0,202	0,043
Torf	40,00	1,80	0,720	0,073	0,029
Zusammen	242,93	—	2,696		0,275
Nach 49 Tagen	140,66	1,340	1,885	0,691	0,972
Verlust	102,27		0,811		
In Prozent	42,1 %		30,1 %		

Dieser Versuch zeigt, daß die größere Menge von Torf, die hier verwendet wurde, einen noch immer an-

sehnlichen Verlust an Stickstoff nicht hindern konnte, wenn sie ihn auch relativ herabsetzte. Dieses größere Quantum übte aber schon einen gewissen verzögernden Einfluß auf die Gärung aus, insofern am Schlusse des Versuches — im Vergleiche zum früheren — vom Gesamtstickstoff nur 51,56% in mit Magnesia abdestillierbarer Form anwesend war. Die Torfmenge vermochte sofort bei ihrer Einstellung das gesamte flüssige Material des Versuches vollständig zu absorbieren, was bei dem vorhergehenden XXIII. Versuche nicht der Fall war; gegen Ende des Versuches war die Masse vollständig eingetrocknet.

Versuch XXV.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	183,02	0,920	1,684	0,112	0,205
Frischer Kot	20,74	1,431	0,297	0,202	0,042
Superphosphat	40,00	0,013	0,005	—	—
Zusammen	243,76		1,986		0,247
Nach 49 Tagen	132,85	1,497	1,988	0,461	0,612
Verlust	110,91		+0,002		
In Prozent	45,5 %		0 %		

Zum Schlusse des Versuches fand ich bei Verwendung von Superphosphat keinen Stickstoffverlust und dabei war auch der Gärungsprozeß durchaus nicht lebhaft zu nennen, denn gegenüber der beim Einstellen des Versuches konstatierten Menge von 12,42% an mit Magnesia abdestillierbarem Stickstoff, fanden sich nach 49 Tagen nur 31,23% vom Gesamtstickstoff an Stickstoff dieser Art vor. Das Versuchsmaterial war auch zum Schlusse des Experimentes von flüssiger Konsistenz.

Versuch XXVI.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	181,62	0,920	1,671	0,112	0,203
Frischer Kot	20,15	1,431	0,288	0,202	0,041
Gips	40,00	—	—	—	—
Zusammen	241,77		1,969		0,244
Nach 49 Tagen	125,24	1,016	1,272	0,865	1,083
Verlust	116,53		0,597		
In Prozent	48,2 %		35,43 %		

Es trat in Höhe von 35,43% des Gesamtstickstoffs ein ziemlich beträchtlicher Verlust auf. Der Gärungsprozeß war derart lebhaft, daß ich zum Schlusse des Versuches 85,15% des Gesamtstickstoffs als mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoff vorfand, während beim Einstellen desselben nur 12,34% dieser Verbindung vorhanden war. Auch hier mußte das Material zum Schlusse noch besonders eingetrocknet werden.

Tabelle XXVII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	180,19	0,920	1,658	0,112	0,202
Frischer Kot	19,34	1,431	0,277	0,202	0,039
Gebrannter Kalk	40,00	—	—	—	—
Zusammen	239,53		1,935		0,241
Nach 49 Tagen	110,19	1,658	1,827	0,111	0,122
Verlust	129,34		0,108		
In Prozent	54,0 %		5,59 %		

Der gebrannte Kalk ergab ganz analoge Ergebnisse wie in Serie I und II, d. h. es wurde ein geringer Stickstoffverlust bei völligem Hintanhalten des Gärungsprozesses konstatiert. Es fanden sich bei Anstellung des Versuches 12,45% mit Magnesia abdestillierbaren Stick-

stoffs vor; zum Schlusse war weniger vorhanden, nämlich nur 6,68% dieser Art. Dem fehlenden Anteil entspricht fast genau der verloren gegangene Stickstoff in Höhe von 5,59%, den der Kalk wahrscheinlich in Form von Ammoniak verjagt hatte.

Versuch XXVIII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	g
Frischer Harn	182,13	0,920	1,675	0,112	0,204
Frischer Kot	21,48	1,431	0,307	0,202	0,043
Torf	24,00	1,80	0,432	0,073	0,017
Supherphosphat	8,00	0,013	—		—
Zusammen	235,61		2,414		0,264
Nach 49 Tagen	106,97	2,255	2,412	1,118	1,196
Verlust	128,64		0,002		
In Prozent	54,6 %		0 %		

Ein Stickstoffverlust trat hier nicht ein; der Zerfall der organischen Stoffe kann als mittelmäßig bezeichnet werden, insofern beim Abschluß des Versuches 49,59 % mit Magnesia abdestillierbarer Stickstoff vorhanden war, gegenüber 10,94% zu Anfang.

Versuch XXIX.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	g
Frischer Harn	182,14	0,920	1,675	0,112	0,204
Frischer Kot	20,71	1,431	0,296	0,201	0,042
Torf	30,00	1,80	0,540	0,073	0,017
Gebrannter Kalk	20,00	—	—	—	—
Superphosphat	10,00	0,013	0,001	—	—
Gips	10,00	—	—	—	—
Zusammen	272,85		2,512		0,263
Nach 49 Tagen	157,71	1,590	2,507	0,216	0,341
Verlust	115,14		0,005		
In Prozent	42,2 %		0 %		

Ein Stickstoffverlust wurde in diesem Falle nicht konstatiert; im Unterschied von den in den zwei vorausgehenden Versuchsreihen sich ergebenden Resultaten fand ein Gärungsprozeß statt, allerdings in minimalem Maße, denn gegenüber 10,47 % an mit Magnesia abdestillierbarem Stickstoff zu Anfang des Versuches fanden sich 13,60% dieser Art zum Schlusse desselben.

Versuch XXX.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	g
Frischer Harn	181,93	0,920	1,673	0,112	0,204
Frischer Kot	21,42	1,431	0,306	0,202	0,043
Torf	12,00	1,80	0,216	0,073	0,008
Superphosphat	4,00	0,013	—	—	—
Gips	4,00	—	—	—	—
Zusammen	223,35		2,195		0,255
Nach 49 Tagen	99,84	1,646	1,644	1,293	1,291
Verlust	123,51		0,551		
In Prozent	55,3 %		25,11 %		

Neben dem ansehnlichen Stickstoffverluste war auch die Gärung sehr stark, da bei der Einstellung nur 11,62% des Gesamtstickstoffs mit Magnesia abdestillierbar waren, am Schlusse desselben jedoch in dieser Form 78,46% gefunden wurden.

Versuch XXXI.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	g
Frischer Harn	182,27	0,920	1,677	0,112	0,204
Frischer Kot	19,84	1,431	0,284	0,202	0,040
Torf	24,00	1,80	0,432	0,073	0,017
Superphosphat	8,00	0,013	—	—	—
Gips	8,00	—	—		—
Zusammen	242,11		2,393		0,261

Wie schon bemerkt, zerbrach das Gefäß dieses Versuches, deshalb konnte derselbe nicht abgeschlossen werden.

Versuch XXXII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	183,02	0,920	1,684	0,112	0,205
Frischer Kot	20,63	1,431	0,295	0,102	0,042
Torf	36,00	1,80	0,648	0,073	0,026
Superphosphat	12,00	0,013	0,002	—	—
Gyps	12,00	—	—	—	—
Zusammen	253,65		2,629		0,273
Nach 49 Tagen	137,63	1,912	2,631	0,895	1,231
Verlust	126,02		+0,002		
In Prozent	47,8 %		0 %		

Ein Verlust an Stickstoff fand nicht statt; der Zerfall der organischen Stoffe war von mittlerem Grade, indem beim Abschlusse des Versuches die vom Gesamtstickstoff mit Magnesia abdestillierbare Stickstoffmenge 46,78% gegen 10,38% zu Anfang desselben betrug.

Versuch XXXIII.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Frischer Harn	182,23	0,920	1,676	0,112	0,204
Frischer Kot	21,12	1,431	0,302	0,202	0,043
Zusammen	203,35		1,978		0,247
Nach 49 Tagen	79,31	0,280	0,222	0,028	0,022
Verlust	124,04		1,756		
In Prozent	61,0 %		88,77 %		

Wiederum trat in diesem Falle der größte Stickstoffverlust ein. Bei Schluß des Versuches war auch eine geringe Menge — 9,90% — von mit Magnesia abdestillierbarem Stickstoff vorhanden; daß dieser sich nicht verflüchtigt hatte, war höchstwahrscheinlich auf Rechnung der physikalischen Eigenschaft des Kotes zu stellen.

Die Resultate dieser Versuchsreihe sind in der folgenden Tabelle III übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle III.

Versuche mit Kot und Harn gemischt.

Nr. des Versuchs	Dauer	Kot- u. Harn-gewicht	Gesamtgewicht: Bei der Einstellg.	Gesamtgewicht: Nach dem Versuch	Gewichtsverlust: in	Gewichtsverlust: In Prozent an Gesamtgewicht	Gewichtsverlust: In Prozent an Kot- und Harngewicht	Stickstoff: Bei der Einstellung: Gesamt	Stickstoff: Bei der Einstellung: Mit MgO abdestillierbar	Stickstoff: Bei der Einstellung: Gesamt im Kot u. Harn	Stickstoff: Nach dem Versuch: Gesamt	Stickstoff: Nach dem Versuch: Mit MgO abdestillierbar	Stickstoff: Verlust: in	Stickstoff: Verlust: In Prozent an Gesamtstickstoff	Stickstoff: Verlust: In Prozent an Kot- und Harn-Gesamt-Stickstoff	Mit MgO abdestillierbarer Teil des Gesamt-Stickstoffs: Bei der Einstellg.	Mit MgO abdestillierbarer Teil des Gesamt-Stickstoffs: Nach dem Versuch	Bemerkung
		g	g	g	g	%	%	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	
1	2	3	4	5	6 (4-5)	7 (4-6)	8 (3-6)	9	10	11	12	13	14 (9-12)	15 (9-12)	16 (11-14)	17 (9-10)	18 (12-13)	19
XXIII	49 Tge	221,38	225,38	112,02	113,36	50,3	56,3	2,383	0,260	1,951	1,209	0,748	1,174	49,27	**60,17**	10,91	61,86	Torf (24 g)
XXIV	„	202,93	242,93	140,66	102,27	42,1	50,4	2,696	0,275	1,976	1,885	0,972	0,811	30,10	**41,04**	10,20	51,56	Torf (40 g)
XXV	„	203,76	243,76	132,85	110,91	45,5	54,3	1,986	0,247	1,981	1,988	0,612	+0,002	0	**0**	12,42	31,27	Superphosphat
XXVI	„	201,77	241,77	125,64	116,53	48,2	57,7	1,969	0,244	1,969	1,272	1,083	0,697	35,39	**35,39**	12,34	85,15	Gips
XXVII	„	199,53	239,53	121,61	117,92	49,2	59,1	1,935	0,241	1,935	1,827	0,122	0,108	5,58	**5,58**	12,45	6,68	Gebrannter Kalk
XXVIII	„	203,61	235,61	117,93	117,68	49,9	57,8	2,414	0,264	1,982	2,412	1,196	0,002	0	**0**	10,94	49,59	Torf + Superphosphat
XXIX	„	202,85	272,85	157,71	115,14	42,2	56,7	2,512	0,263	1,971	2,507	0,341	0,005	0	**0**	10,47	13,60	Torf+Gebr.Kalk+Sup.phos.+Gips
XXX	„	203,35	223,35	106,02	117,33	52,5	57,7	2,195	0,255	1,979	1,644	1,291	0,551	25,11	**27,84**	11,62	78,46	Torf + Sup. phos. + Gips (20 g)
XXXI	„	202,11	242,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**—**	—	—	**Verunglückt.** „ (40 g)
XXXII	„	203,65	263,65	159,38	104,27	39,5	51,2	2,629	0,273	1,979	2,631	1,134	+0,002	0	**0**	10,38	46,78	Torf + Sup. phos. + Gips (60 g)
XXXIII	„	203,35	203,35	79,31	124,04	61,0	61,0	1,978	0,247	1,978	0,222	0,022	1,756	88,77	**88,77**	12,48	9,90	Ohne Zusatz.

6. Die bei den Versuchen gewonnenen Erfahrungen über die Desinfektion.

Im Verlaufe der im Obigen geschilderten Versuchsserien konnte noch neben den bereits beschriebenen Resultaten die Beobachtung gemacht werden, daß einige Tage nach Anstellung des Versuches — besonders fand sich dies beim Harn und den gemengten Exkrementen — das Versuchsmaterial in gewissen Fällen sich mit Pilzen überzog, während andere bis zum Abschluß des Versuches hiervon frei blieben. Letzteres wurde besonders bei dem Kalk, resp. bei den Gemischen mit diesem, ebenso bei Anwesenheit einer größeren Menge von Superphosphat konstatiert; dies ist aus der desinfizierenden Wirkung des Kalkes und der sauren Stoffe leicht erklärlich.

Mit Rücksicht auf die große Bedeutung, die die Desinfektion der menschlichen Fäkalien besitzt, hielt ich es aus praktischen Gründen für notwendig, jene Grenze ausfindig zu machen, bei der die Bildung des Pilzrasens bei Verwendung des Kalkes mit anderen Stoffen aufhört, bei der also in gewissem Sinne die Desinfektion eintritt. Bei den nach dieser Richtung angestellten Versuchen machte ich das Verhalten des Stickstoffs nochmals zum Gegenstande der Beobachtung, wodurch die hierbei gemachten Erfahrungen gewissermaßen als Kontrolle der bereits im früheren beschriebenen Versuche dienten.

Als Grundstoff des Versuches diente der Harn; als grundkonservierenden Stoff benutzte ich ein Gemenge von Torf, Superphosphat und Gips (70 : 15 : 15 %). Zu dem abgewogenen Quantum von je 20 g dieser Mischung wurden 100 ccm Harn pipettiert, dessen Gewicht gleichzeitig genau bestimmt wurde. Von den in dieser Weise präparierten Versuchsgefäßen behielt ich eines in diesem Zustande, den folgenden wurde jedoch 1, 2, 3, 5 und 10 g gebrannten Kalkes hinzugefügt; dies entspricht annähernd der Menge von 1, 2, 3, 5 resp. 10 % vom Harn. Um die desinfizie-

rende Wirkung des angeführten Grundgemenges noch besonders ermitteln zu können, stellte ich die Versuche mit 100 ccm Harn und der gleich großen Menge von Torf, Superphosphat resp. Gips ein in derselben Gewichtsmenge, in welcher diese in 20 g des Gemisches vorhanden waren; zum Schluß stellte ich noch einen Versuch ohne Zusatz ein.

Der Stickstoffgehalt des Harnes war bei der Einstellung folgendermaßen: Gesamtstickstoff 0,882 %, mit gebrannter Magnesia abdestillierbarer Stickstoff 0,10 %; der Gehalt des Torfes war nach den früheren Versuchen schon bekannt. Die Dauer des Versuches betrug 21 Tage; bemerkt muß jedoch werden, daß in einzelnen Gefäßen die Bildung des Pilzrasens schon am 5. Tage nach der Einstellung zu beobachten war. Da wir jedoch die Stickstoffbilanz der einzelnen Versuche ermitteln wollen, so sollen diese der Reihe nach besprochen werden.

1. Versuch.

Das Versuchsmaterial:	Gewecht: g	Gesamt-Stickstoff: %	g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	g
Harn	101,76	0,882	0,898	0,100	0,102
Mischung	20,00	1,80 (im Torf)	0,252	0,073	0,010
Zusammen	121,76		1,150		0,112
Nach 21 Tagen	68,67	1,370	0,940	0,712	0,490
Verlust	53,09		0,210		
In Prozent	43,60 %		18,32 %		

Das Versuchsmaterial wir mit Pilzen schwach bedeckt. Dabei war ein beträchtlicher Stickstoffverlust und eine ziemlich lebhafte Gärung zu konstatieren, denn es waren zu Schluß des Versuches 52,12 % des Gesamtstickstoffes mit Magnesia abdestillierbar.

2. Versuch.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Harn	101,58	0,882	0,896	0,100	0,102
Mischung	20,00	1,80 (im Torf)	0,252	0,073	0,010
Gebrannter Kalk	1,00	—	—	—	—
Zusammen	122,58		1,148		0,112
Nach 21 Tagen	70,94	1,353	0,960	0,668	0,474
Verlust	51,64		0,188		
In Prozent	42,13 %		16,41 %		

Bei mikroskopischer Betrachtung waren einige Pilzmycelien allerdings vorhanden, die jedoch mit unbewaffneten Augen nicht wahrnehmbar waren. Der Stickstoffverlust und auch die Gärung waren sehr wenig geringer, als im vorhergehenden Versuche, denn zum Schlusse desselben waren nur 49,37 % mit Magnesia abdestillierbaren Stickstoffs vorhanden.

3. Versuch.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Harn	101,68	0,882	0,897	0,100	0,102
Mischung	20,00	1,80 (im Torf)	0,252	0,073	0,010
Gebrannter Kalk	2,00	—	—	—	—
Zusammen	123,68		1,149		0,112
Nach 21 Tagen	68,74	1,439	0,990	0,614	0,422
Verlust	54,94		0,159		
In Prozent	42,42 %		13,83 %		

Pilze waren nicht vorhanden; im Vergleiche zu den früheren Versuchen finden sich sowohl Stickstoffverlust,

als auch Gärung in beträchtlicher Abnahme, indem 42,61 % mit Magnesia abdestillierbarer Stickstoff vorhanden war.

4. Versuch.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	g
Harn	101,85	0,882	0,898	0,100	0,102
Mischung	20,00	1,80 (im Torf)	0,252	0,073	0,010
Gebrannter Kalk	3,00	—	—	—	—
Zusammen	124,85		1,150		0,112
Nach 21 Tagen	68,32	1,546	1,056	0,465	0,318
Verlust	56,53		0,094		
In Prozent	45,28 %		8,17 %		

Eine Rasenbildung von Pilzen fand nicht statt; Stickstoffverlust und Gärung im Vergleiche zum früheren Versuche finden sich gleichfalls in Abnahme; denn zum Schlusse des Versuches ergaben sich nur 30,11 % mittels Magnesia abdestillierbarer Stickstoff.

5. Versuch.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	g
Harn	101,78	0,882	0,898	0,100	0,102
Mischung	20,0	1,80 (im Torf)	0,252	0,073	0,010
Gebrannter Kalk	5,00	—	—	—	—
Zusammen	126,78		1,150		0,112
Nach 21 Tagen	66,37	1,731	1,148	0,245	0,162
Verlust	60,41		0,002		
In Prozent	47,65 %		0 %		

Das Versuchsmaterial war völlig frei von Pilzbelag; Stickstoffverlust gleich Null; Gärung im Vergleich zu oben stark vermindert; am Schlusse des Versuches ergab sich 14,10 % mit Magnesia abdestillierbarer Stickstoff.

6. Versuch.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Harn	101,83	0,882	0,898	0,100	0,102
Mischung	20,00	1,80 (im Torf)	0,252	0,073	0,010
Gebrannter Kalk	10,00		—	—	—
Zusammen	131,83		1,150		0,112
Nach 21 Tagen	63,12	1,80	1,136	0,145	0,091
Verlust	68,71		0,014		
In Prozent	52,12 %		1,22 %		

Schimmelpilze werden nicht beobachtet. Es wurde ein geringer Stickstoffverlust konstatiert, der mit der zur Anwendung gekommenen größeren Kalkmenge in ursächliche Verbindung zu bringen ist, welche Tatsache auch jener Umstand zu unterstützen scheint, daß ein Gärungsprozeß während der Versuchszeit nicht statthatte. Ja gegenüber der zu Beginn anwesenden Menge von 9,74 % von mit Magnesia abdestillierbarem Stickstoff fanden sich sogar zum Schlusse nur noch 7,99 % Stickstoff in dieser Verbindung, die aller Wahrscheinlichkeit nach das in größerer Menge vorhandene Kalkquantum aus dem leicht flüssigen Ammoniak vertrieben hatte.

7. Versuch.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Harn	101,87	0,882	0,898	0,100	0,102
Torf	14,00	1,80	0,252	0,073	0,010
Zusammen	115,87		1,150		0,012
Nach 21 Tagen	65,68	0,995	0,653	0,632	0,415
Verlust	50,19		0,497		
In Prozent	43,32 %		43,21 %		

Das Versuchsmaterial war mit Pilzen stark bedeckt; Stickstoffverlust und Gärung stark, denn zum Schlusse des Versuches fanden sich 63,55 % von mit Magnesia abdestillierbarem Stickstoff vor.

8. Versuch.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Harn	101,58	0,882	0,896	0,100	0,102
Superphosphat	3,00	—	—	—	—
Zusammen	104,58		0,896		0,102
Nach 21 Tagen	37,35	1,647	0,615	0,859	0,321
Verlust	67,23		0,281		
In Prozent	64,29 %		31,43 %		

Bei ausschließlicher Verwendung von Superphosphat zeigt sich keine Pilzrasenbildung. Die Stickstoffkonservierung ist bei der verhältnismäßig geringen Menge von Phosphorsäure ziemlich ansehnlich; der Gärungsprozeß war von mittlerer Intensität, denn zum Schlusse des Versuches fanden sich 52,19 % mit Magnesia abdestillierbarer Stickstoff vor.

9. Versuch.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Harn	101,72	0,882	0,897	0,100	0,102
Gips	3,00	—	—	—	—
Zusammen	104,72		0,897		0,102
Nach 21 Tagen	36,64	1,220	0,447	0,855	0,313
Verlust	68,08		0,450		
In Prozent	65,01 %		50,16 %		

Das Versuchsmaterial war mit Schimmelpilzen stark bedeckt. Der Stickstoffverlust und die Gärung waren hoch resp. sehr lebhaft, denn zum Schlusse des Versuches waren 70,02 % des Gesamtstickstoffs in mit Magnesia abdestillierbarer Form vorhanden.

10. Versuch.

Das Versuchsmaterial:	Gewicht: g	Gesamt-Stickstoff: %	Gesamt-Stickstoff: g	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: %	Mit MgO abdestillierbarer Stickstoff: g
Harn	101,79	0,882	0,898	0,100	0,102
Nach 21 Tagen	31,85	0,590	0,187	Spur	—
Verlust	69,94		0,711		
In Prozent	68,71 %		79,19 %		

Der ohne Zusatz jeden konservierenden Stoffes sich selbst überlassene Harn war gleichfalls von Schimmelpilzen stark bedeckt. Das äußere Bild des Versuchsmaterials war dem vorhergehenden (mit Gips) völlig ähnlich. Der Stickstoffverlust und die Gärung stimmten vollkommen mit den in der vorausgehenden Serie konstatierten Ergebnissen überein.

Der im Versuchsobjekte gefundene Schimmelpilz erwies

sich nach Prüfung durch Herrn Professor Dr. P. Holdefleiss als: Penicillium glaucum.

Diese Versuchsreihe liefert — abgesehen von der Stickstoffkonservierung, derer wir im Vergleiche mit den bei den früheren Versuchsserien gewonnenen Ergebnissen gedenken wollen, — bezüglich der Desinfektion folgende Resultate:

1. *Den Torf allein können wir für die Desinfektion als nicht geeignet anerkennen.*

2. *Der Gips besitzt keinerlei desinfizierende Kraft.*

3. *Die Verwendung des gebrannten Kalkes* mit anderen konservierenden Stoffen *kann als sehr vorteilhaft bezeichnet werden, denn die bei dieser Versuchsreihe gewonnenen empirischen Ergebnisse zeugen von einer — wie es scheint — vollständigen Desinfizierung.* In den oben angeführten Serien ergaben die fünf, in verschiedener Menge hinzugefügten Quanten *von gebranntem Kalke ein Optimum bei* 5%, — in bezug auf die Fäkalstoffe, insofern bei diesem Quantum neben der scheinbar vollständigen Desinfektion auch das ganze Stickstoffquantum konserviert blieb, indes bei Verwendung einer größeren oder kleineren Menge von gebranntem Kalke ein Teil des Stickstoffs verloren ging. Dies fand bei der kleineren Menge durch schnellere Gärung und Fäulnis des Materials, bei der größeren jedoch durch die stärkere Basicität des Kalkes seine Erklärung.

Ich will jedoch nachdrücklich betonnen, daß ich mich bezüglich der Desinfektion hier nur mit diesen kurzen Andeutungen begnügen muß; es war mir unmöglich, auf diesem Gebiete eingehende Untersuchungen anzustellen; denn einerseits hätten diese von meinem gesteckten Ziele zu weit abgeführt, andererseits fallen nach meiner Ansicht die zu diesem Zwecke notwendigen bakteriologischen — resp. pathogen-bakteriologischen — Experimente in das Gebiet der Medizin, speziell der Hygiene. Ich muß die angeregte Frage also nach dieser Richtung hin offen lassen.

Tabelle IV zeigt uns die zusammengefaßten Resultate dieser Versuchsserie.

Bei einzelnen Versuchen der Versuchsreihe sahen wir, daß sich beim Schlusse des Experimentes ein gewisses Plus an Stickstoff ergab. Betrachten wir nun diese Versuche besonders, so ersehen wir, daß dieses, allerdings minimale Stickstoffplus überall dort auftrat, wo im Versuche das Superphosphat als konservierender Stoff in relativ größerer Menge zur Anwendung kam. Dies könnte Anlaß geben zu der Erklärung, als ob die im Superphosphate anwesende freie Phosphorsäure aus der Luft irgendwelche Stickstoffverbindungen gebunden hätte.

Doch will ich diese an sich wahrscheinliche Tatsache nur als Vermutung äußern, da der Stickstoffgewinn so minimal war, daß er auch als innerhalb der Fehlergrenze liegend betrachtet werden kann.

7. Zusammenfassung.

Der *ohne Zusatz* aufgestellte Kot, Harn, resp. deren Gemenge zeigen betreffs des Stickstoffverlustes das allgemein bekannte Bild, daß dieser innerhalb derselben Zeit am geringsten war im Kote (44,17 %), was in der physikalischen Wirkung der festen Stoffe und noch mehr im langsameren Zerfalle der organischen Stoffe der im Kot enthaltenen stickstoffhaltigen Verbindungen begründet ist; danach folgte der ohne Zusatz stehende Harn mit 86,59 % Verlust; seinen Höhepunkt — 88,77% Stickstoffverlust — erreichte dieser bei den gemischten menschlichen Exkrementen, welche Tatsache scheinbar im Widerspruch steht zu der physikalischen Wirkung des im Versuchsmateriale anwesenden Kotes; es ist dies aber dadurch zu erklären, daß dieses Gemisch ein zur Ernährung und Vermehrung

Tabelle IV.

Nr. des Versuchs	Dauer	Harngewicht	Gesamt-Gewicht		Gewichtsverlust			Stickstoff									Mit MgO abdestillierbarer Teil des Gesamt-Stickstoffs		Bemerkung
						In Prozent		Bei der Einstellung			Nach dem Versuch		Verlust						
			Bei der Einstellg	Nach dem Versuch	in	an Gesamtgewicht	an Harngewicht	Gesamt	Mit MgO abdestillierbar	Gesamt im Harn	Gesamt	Mit MgO abdestillierbar	in	In Prozent an Gesamtstickstoff	In Prozent an Harn Ges. Stickstoff	Bei der Einstellg.	Nach dem Versuch	
		g	g	g	g	%	%	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	
1	2	3	4	5	6 (4-5)	7 (4-6)	8 (3-6)	9	10	11	12	13	14 (9-12)	15 (9-14)	16 (11-14)	17 (9-10)	18 (12-13)	19	
1	21 Tge	101,76	121,76	68,67	53,09	43,60	52,17	1,150	0,012	0,898	0,940	0,490	0,210	18,26	**23,38**	9,74	52,12	Grundmischung (20 g) (Torf + Sup.phos. + Gips)	
2	„	101,58	122,58	70,94	51,64	42,13	50,83	1,148	0,012	0,896	0,960	0,474	0,188	16,37	**20,98**	9,76	49,37	„	+ 1% gebr. Kalk
3	„	101,68	123,68	68,74	54,94	44,42	54,03	1,149	0,012	0,897	0,990	0,422	0,159	13,83	**17,72**	9,75	42,61	„	+ 2% „ „
4	„	101,85	124,85	68,32	56,53	45,28	55,50	1,150	0,012	0,898	1,056	0,318	0,094	8,17	**10,49**	9,74	30,11	„	+ 3% „ „
5	„	101,78	126,78	66,37	60,41	47,65	59,35	1,150	0,012	0,898	1,148	0,162	0,002	0	**0**	9,74	14,10	„	+ 5% „ „
6	„	101,83	131,83	63,12	68,71	52,12	67,47	1,150	0,012	0,898	1,136	0,091	0,014	1,22	**1,56**	9,74	7,99	„	+ 10% „ „
7	„	101,87	115,87	65,68	50,19	43,32	49,26	1,150	0,012	0,898	0,653	0,415	0,497	43,21	**55,34**	9,74	63,05	Torf (Im Verhältnis d. Grundmischung)	
8	„	101,58	104,58	37,35	67,23	64,29	66,18	0,896	0,102	0,896	0,615	0,321	0,281	31,36	**31,36**	11,39	52,19	Superphosphat „ „	
9	„	101,72	104,72	36,64	68,08	65,01	66,79	0,897	0,102	0,897	0,447	0,313	0,450	50,16	**50,16**	11,37	70,02	Gips „ „	
10	„	101,79	101,79	31,85	69,94	68,71	68,71	0,898	0,012	0,898	0,187	Spur	0,711	79,19	**79,19**	11,35	Spur	Ohne Zusatz.	

der Dinitrifikationsbakterien besonders geeignetes Medium darstellt.

Betreffs der besonders angewandten konservierenden Stoffe kann ich die auf Grund meiner hier erörterten Versuche gewonnenen Beobachtungen im Folgenden zusammenfassen:

a) *der Torf an sich repräsentiert keinen vollkommen konservierenden Stoff bei der Verwertung der menschlichen Fäkalien,* und da er seine stickstoffbindende Eigenschaft — abgesehen von der schwachen Wirkung der Humussäure — nur auf physikalischem Wege entfaltet, so kann bei dauernder und öfter wiederholter Berührung mit der atmosphärischen Luft der Stickstoffverlust bedeutend in die Höhe gehen (siehe Versuch I, II, XXIII und XIV). Der Torf besitzt einen großen Vorzug darin, daß er bei Behandlung der menschlichen Fäkalien und deren Verarbeitung zu Dünger durch seine Fähigkeit, Wasser zu absorbieren diesen eine trockene Beschaffenheit verleiht. Auf die Verhinderung der Gärung übt er keinen nennenswerten Einfluß aus.

b) *Das Superphosphat an sich ist ein sehr vollkommen stickstoffkonservierender Stoff.* Wollten wir jedoch mit demselben allein die gesamte Stickstoffmenge der menschlichen Fäkalien konservieren, *so müßten wir eine so große Menge desselben verwenden, daß dies in der Praxis nicht rationell durchführbar wäre.* Seine Verwendung im Gemische mit anderen Stoffen ist vollauf begründet und nützlich. Superphosphat verzögert in ziemlichem Grade den Gärungsprozeß der Fäkalstoffe.

c) *Der Gips erwies sich auf Grund meiner Experimente als kein guter konservierender Stoff;* jedoch ergibt er — besonders in nassem, richtiger gesagt, flüssigem Material — ein beträchtliches stickstoffbindendes Vermögen (siehe Versuch IV und XXIV), was seine Verwendung im Gemische begründet erscheinen läßt. Der Gips vermag auf den Gärungsprozeß keinerlei Einfluß auszuüben.

d) *Dem gebrannten Kalke konnte eine direkte stickstoffbindende Eigenschaft* — wie dies von Payen und zum Teile von Wolff ausgesprochen wurde — *nicht zugeschrieben werden (siehe: Versuch V); er kann jedoch durch seine Wirkungsart, nämlich dadurch, daß er den Zerfall organischer Stoffe verlangsamt und verhindert, als düngerkonservierender Stoff ersten Ranges angesprochen werden.* Die Versuche von 2—6 der IV. Versuchsreihe ergaben ein reines Bild seiner, auf den Gärungsprozeß ausgeübten hemmenden Wirkungsweise. Dabei ergab sich die Tatsache, daß beim graduell wachsenden Quantum des Kalkes, in paralleler Weise diejenige Stickstoffmenge abnahm, die am Schlusse des Versuches in der mittels Magnesia abdestillierbaren Form anwesend war.

Da dem mir gesteckten Ziele, die menschlichen Fäkalien bei geringstem Verluste zu konservieren, resp. dieselben zu wirtschaftlich verwendbarem Dünger zu verarbeiten, wie wir aus Obigem ersehen, keiner der genannten Stoffe, für sich allein angewandt, völlig befriedigend zu entsprechend vermochte, so hielt ich die Kombination derselben für nötig, die ich schon bei der Anstellung meiner Versuche vor Augen hatte. Die bisher beschriebenen Experimente ergeben betreffs der vier erwähnten Stoffe als Resultat den Vorschlag, daß zwecks Aufsaugung, Konservierung und Verarbeitung der menschlichen Fäkalien *die Kombination in folgendem Verhältnisse rationell und empfehlenswert sei:*

Torf: 60 %, Superphosphat: 15 %, Gips: 15 % und gebrannter Kalk: 10 %.

100 Teile dieses Gemisches genügen nach meiner experimentellen Erfahrung zur Konservierung und Desinfizierung von 200 Teilen gemischten menschlichen Exkrementen (fest : flüssig = 1 : 9), wenn wir uns auch die rasche Eintrocknung des Düngers vor Augen halten. Bei der praktischen Verwendung kommt natürlich der zu verwen-

dende Torf zur Beurteilung dieser Frage als ausschlaggebender Faktor in Betracht.

Im obigen Gemisch ist der Torf, bei seiner zweifellos nicht vollkommenen stickstoffbindenden Kraft in erster Reihe dazu berufen, die flüssigen Bestandteile der Fäkalien zu absorbieren und deren üblen Geruch zu beseitigen, dieselben also zu desodorisieren. Die freie Phosphorsäure des Superphosphats und die im Vorausgehenden eingehend beschriebene, sehr leicht in Lösung übergehende Phosphorsäure, bindet die in den Exkrementen sofort nach Entleerung derselben enthaltenen flüchtigen, mithin also sofort in Verlust geratenden Stickstoffverbindungen, indes der in den flüssigen Bestandteilen in Lösung gehende Gips das im Verlauf des Gärungsprozesses entstehende kohlensaure Ammoniak in die Form des nicht flüchtigen schwefelsauren Ammoniaks überführt. Daneben desinfiziert der gebrannte Kalk und verhütet, daß die Gärung und der Zerfall allzu rasch vor sich gehen, damit auf diese Art nicht chemische Produkte entstehen, durch deren Zustandekommen — trotz der obigen konservierenden Stoffe — dennoch Stickstoffverlust stattfindet.

Praktische Verwertung findet dies in dem allgemein bekannten, in Ungarn in mehreren kleineren Städten eingeführten Tonnensystem. Bei demselben wird bis jetzt nur der Torf allein angewandt; *es wäre also rationell, wenn die automatische Vorrichtung derselben das obige Gemisch auf die frisch entleerten Exkremente streute,* mit der kleinen Modifikation jedoch, daß daselbst im jetzigen Behälter für Torf ein besonderes Fach für den gebrannten Kalk angebracht werden müßte, damit der letztere nicht die im Superphosphate enthaltene, so sehr wichtige Phosphorsäure — bevor diese ihre Wirkung auf die Fäkalstoffe entfalten kann — neutralisiere.

II. Teil.

Vegetations-Versuche.

8. Die Anstellung der Versuche.

In den bisherigen Ausführungen wiesen wir auf jene Werte hin, die in den menschlichen Exkrementen als Pflanzennährstoffe vorhanden sind; wir versuchten, eine Methode zu finden, um diese Werte praktisch zu ergründen und in Form eines durch den Landwirt sofort brauchbaren Düngers zu überführen. In dem Folgenden wollen wir den praktischen Wert dieses Düngers prüfen, d. h. die Wirkung, die er auf die Entwicklung der Kulturpflanzen auszuüben imstande ist, betrachten.

Aus diesem Grunde war es notwendig, einen Düngungsversuch anzustellen, in welchem in weiter unten zu beschreibender Weise erzeugter Fäkaldünger, teils mit Dünger gleichen Ursprungs, teils aber mit anderen im allgemeinen Gebrauche befindlichen Düngemitteln verglichen wurden.

Der das Grundobjekt des Vergleichs bildende Fäkaldünger wurde in dem Abort der Gartenarbeiter des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle hergestellt und zwar so, daß die in die vorher entleerte Tonne gelangenden Exkremente mittels des dort in einem kleineren Maßgefäß bereitstehenden Präparates sofort überstreut werden mußte. Dieses Verfahren kann man natürlich nicht

als so genau ansprechen, wie das, bei dem die Torfstühle die Bestreuung automatisch besorgen, da innerhalb der Woche, in welcher ich die Fäkalien sammelte, diese in mehreren Fällen in nicht bestreutem Zustande gefunden wurden. Der nach dieser Methode hergestellte Fäkaldünger, welcher natürlich noch dem Trocknen in freier Luft unterworfen wurde, ist außerdem auch deshalb nicht als mustergültig anzusehen, weil oft auch die an anderen Orten aufgefangenen flüssigen Exkremente hier hinzukamen, zu deren Aufsaugung verhältnismäßig viel konservierende Stoffe beansprucht wurden; dieser Umstand erklärt uns auch, weshalb mit einer Mischung von 5 kg nur 10,8 kg Fäkaldünger hergestellt wurden. Die chemische Zusammensetzung dieses Düngers werde ich in Weiterem noch behandeln.

Der konservierende Stoff bestand aus: 60% Torf, 20% Superphosphat und 20% Gips; war also nicht genau derselbe, welchen ich am Ende des ersten Teiles zu diesem empfohlen habe; da aber die ebenfalls dort angeführten Hauptversuchsserien damals noch nicht abgeschlossen waren, und ich auf Grund der im Laufe des Winters gemachten Versuche, auf die ich hier nicht näher eingegangen bin, in bezug auf die Rolle des gebrannten Kalkes noch kein vollständig reines Bild gewonnen hatte, hielt ich die Zusammenstellung der oben gegebenen Mischung für richtig.

Die Anbauversuche fanden im Garten des Landwirtschaftlichen Instituts statt, dessen Boden ich in Schichten 0—30 bzw. 30—60 cm durch mechanische und chemische Bodenanalysen mit folgenden Resultaten untersucht habe. Zu bemerken ist, daß dieser Boden kein natürlicher, d. i. „gewachsener“ ist, sondern durch künstliche Mischung und Planierung entstanden.

a) Mechanische Bodenanalyse (nach J. Kühn).

	0—30 cm	30—60 cm
>5 mm	3,46 %	1,52 %
>3 mm	1,940 %	2,200 %
>2 mm	1,540 „	3,160 „
>1 mm	4,500 „	5,648 „
>0,5 mm	6,152 „	7,006 „
>0,25 mm . . .	19,000 „	20,000 „
<0,25 mm . . .	39,600 „	35,008 „
Abschlämmbarer Teil	27,268 „	26,978 „

b) Chemische Bodenanalyse (nach F. Wohltmann).

	0—30 cm %	30—60 cm %
Feuchtigkeit	1,50	1,85
Glühverlust	4,71	7,62
Stickstoff	0,217	0,282

Kalter Salzsäure-Auszug

(Der Boden (die Feinerde unter 2 mm) steht 48 Stunden lang in kalter Salzsäure vom spez. Gewicht 1,15.)

Kieselsäure	0,0074	0,0084
Eisen- und Tonerde . .	5,064	5,370
Tonerde	3,893	4,039
Fe_2O_3	0,960	1,086
P_2O_5	0,212	0,245
CaO	0,525	0,650
MgO	0,081	0,065
K_2O	0,182	0,195
K_2O (in heißem Auszug)	0,641	0,627

Es wurde diesem Teil des Gartens ein Jahr vorher Stallmistdüngung und tiefes Rayolen zuteil, was übrigens auch die Resultate der chemischen Analyse zeigen, weil

z. B. die an Stickstoff reichere, gegenwärtig untere Schicht früher oben gewesen war.

Abgesehen von alledem zeigen uns diese Zahlen, wenn wir nur einen kurzen Blick auf dieselben werfen, daß der ohnehin vorzüglich gepflegte Gartenboden an Pflanzennährstoffen so reich ist,[1]) daß ein Düngungsversuch nicht als gut geeignete Basis dienen kann, denn dieses Bodennährstoffkapital macht die Wirkung der Pfanzennährstoffe der in Versuchen zu prüfenden Düngemittel sehr fraglich.

Bei den Versuchen wurden folgende Düngemittel verwendet:

Stallmist, Losonczer Fäkaldünger, der von mir hergestellte Fäkaldünger und Kunstdünger. Die chemische Zusammensetzung der drei erstgenannten Düngemittel war auf Grund meiner Bestimmungen folgende:

Düngerart	Trockensubstanz	Gesamt-Stickstoff	Ammoniak-Stickstoff	P_2O_5	CaO	K_2O
Stalldünger	28,08	0,50	0,164	0,245	0,440	0,412
Losonczer Fäkaldünger	39,19	1,12	0,293	0,981	0,810	0,653
Eigene Mischung	59,47	2,16	0,542	2,860	8,268	0,871

Bei der Durchführung der Düngungsversuche war ich bestrebt, mir folgende Momente vor Augen zu halten:

1. Welche Wirkung erzielt man gegenüber der in der Praxis im allgemeinen benutzten mittelstarken Stallmistdüngung mit dem dritten Teile seines Gewichts von Fäkaldünger?

2. Welche Wirkung ist von den menschlichen Fäkalien allein zu erwarten?

---

1) Nach den Bodeneinteilungen Prof. Dr. Wohltmanns steht er zwischen der I. und II. chemischen Bonität, jedoch näher zu I (siehe Dr. Fr. Wohltmann: Das Nährstoffkapital westdeutscher Böden S. 54).

3. Wie verhält sich die Stickstoffwirkung des von mir hergestellten Fäkaldüngers im Vergleich zu Kunstdünger?

Für diese Zwecke habe ich gleich große Beete von 1,25 qm Ausdehnung auf folgende Weise gedüngt:

Beet I:

	N
Die konservierenden Stoffe allein ohne Fäkalien und soviel Stickstoff in Form von Chilisalpeter wie im Beete II vorhanden ist, also:	
im Torf (0,342 kg mit 1,8 % N)	0,006 kg
(in den übrigen Stoffen ist kein Stickstoff enthalten)	
0,174 kg Chilisalpeter (15,5 % N)	0,021 „
Zusammen:	0,027 kg
Beet II: 1,25 kg von meiner Mischung (2,16 % N)	0,027 „
Beet III: 1,25 kg von Losonczer Fäkaldünger (1,12 % N)	0,014 „
Beet IV: Ungedüngt	
Beet V: 3,75 kg Stallmist (0,50 % N)	0,018 „
Beet VI: Konservierende Mischung ohne Zusatz (im Torf)	0,006 „

Danach gehört also das Verhältnis von Beet V zu Beet II, bzw. zu Beet III zur Frage 1; das von Beet II zu Beet VI zu Frage 2 und das von Beet II zu Beet I zu Frage 3. Endlich wurde Beet IV, als Kontrolle sämtlicher Versuche, ungedüngt gelassen.

Die genau abgewogenen Düngestoffe wurden am 25. März auf die einzelnen Parzellen gestreut und auch sofort sorgfältig untergebracht.

Die Versuche habe ich mit folgenden 5 Pflanzen angestellt: Salat, Sommerkohl (weiß), Zwiebel (Großzittauer), Sommergerste (Bethge No. II) und Sommerweizen (Strubes Schlesischer).

Weizen und Gerste wurden am 29. März bestellt, so, daß die Samen in jedem einzelnen Beete mit Hilfe des

speziell zu diesem Zwecke dienenden Bestellapparates in gleicher Tiefe und gegenseitiger Entfernung in den Boden gelegt wurden, so daß also in jedes einzelne Beet genau das gleiche Quantum Korn gesäet wurde.

Die Zwiebeln wurden mit Benutzung von Steckzwiebeln, die nach Möglichkeit alle gleich waren und im Durchschnitte 2,66 g wogen, am 12. April gepflanzt.

Endlich habe ich am 21. April Kohl und Salat, unter Verwendung von Pflanzen relativ gleicher Entwicklung gesetzt.

9. Die Entwicklung der Versuchspflanzen.

Das Auflaufen von Gerste und Weizen sowie ihr erstes Entwicklungsstadium in den einzelnen Beeten zeigte große Verschiedenheiten. In den Beeten No. II, III und V keimten die Körner am ehesten (am 7. April), während die Keimung in den anderen drei Beeten erst 2 Tage später vor sich ging. Die Erklärung dieser Erscheinung gibt uns das abnorm kalte Wetter, das in der ersten Hälfte des Monats April 1913 herrschte, wodurch in den mit Dünger organischen Ursprungs versehenen Beeten die hierdurch entstandene Wärmeentwicklung die Keimung günstig beeinflußte, was das frühere Auflaufen der Pflanzen zur Folge hatte. Dieser, beim Auflaufen wahrgenommene Unterschied blieb auch im ersten Entwicklungsstadium bestehen; von üppigster Entwicklung waren in der ersten Zeit die Pflanzen des Beetes No. V (Stallmist), d. h. also dort, wo Dünger organischen Ursprungs in größter Menge Verwendung fand. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung machten dann die Pflanzen der Versuchsbeete auf den Beobachter den Eindruck, als ob die in den ersten Tagen ziemlich scharf hervortretenden Unterschiede ausgeglichen wären.

In der späteren Entwicklung zeigte sich die Gerste gegenüber dem Weizen als zu üppig gewachsen. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, daß sie anfangs Juli infolge

eines nächtlichen Gewitters sich lagerte. Diese, die Versuchsresultate etwas schädigende Erscheinung trat in auffallend stärkerem Maße in den Beeten I, II und V auf. Die Entwicklung der Gemüsearten, Zwiebel, Kohl und Salat im ersten Stadium nach dem Auflaufen, bzw. Auspflanzen war in sämtlichen Beeten als eine ganz gleichmäßige zu bezeichnen. Einzelne Lücken wurden von mir früh ersetzt. In dem späteren Verlaufe der Entwicklung aber blieben der Kohl und Salat der Beete IV und VI hinter den übrigen augenscheinlich zurück; während bei den Zwiebeln merkwürdigerweise die Pflanzen des Beetes I, d. h. der mit Kunstdünger behandelten Parzelle, auffallend zurückblieben. Für diese Erscheinung kann ich keine Erklärung geben.

Was die Pflege der Pflanzen betrifft, so wurden die Gemüsearten zweimal — Anfang und Ende Mai — behackt.

Die Quantität der während der Dauer des Versuches gefallenen Niederschläge und deren monatliche Verteilung war folgende: April 34,3 mm, Mai 33,6 mm, Juni 40,0 mm, Juli 26,9 mm. Außer dieser natürlichen Niederschlagsmenge wurde den Gemüsearten noch ein künstliches Begießen zuteil, welches ich stets persönlich durchführte und zwar so, daß jedes einzelne Beet die gleiche Menge — ca. 4 Liter — Wasser bekam. Die Gersten- und Weizenversuche waren ab 12. Juli, also noch bedeutend vor der Reifezeit, mit dicht gewebter Organtine überzogen, damit der Sperlingfraß die Endresultate nicht ungünstig beeinflusse!

10. Die Ergebnisse der Versuche.

Nach der Ernte wurde die Frucht eines jeden Beetes abgewogen und aus allen sorgfältigst Proben entnommen, um durch eine chemische Analyse den Gehalt der bei verschiedenartiger Düngung der Beete gewonnenen Früchte

zu ermitteln und zu vergleichen. Es wurden bei der Frucht jedes der einzelnen Beete bestimmt: die Trockensubstanz, die Asche, das Rohprotein, das Rohfett und die Rohfaser; somit wurde eine komplette Futteranalyse durchgeführt. Bei den Getreidearten bildete nur die Kornfrucht Stoff der Untersuchung, während die chemische Prüfung der Zwiebel im oben erwähnten Sinne unterlassen wurde. Die Bestimmung des Gehaltes an Allylsenföl muß einer Spezialarbeit überlassen werden.

In folgenden Tabellen sind die Resultate der Ernten und der chemischen Analysen übersichtlich zusammengestellt:

a) Salat.

Geerntete Menge kg	Trockensubstanz		Asche		Rohprotein		Rohfett		Rohfaser		N-freie Extraktstoffe	
	%	Gew. g	%	Gew. g	%	Gew. g	%	Gew. g	%	Gew. g	%	Gew. g
5,927	6,15	355	1,40	83	1,985	117	0,313	18	0,742	43	1,710	101
6,342	6,35	402	1,52	96	1,950	123	0,302	19	0,803	51	1,775	112
5,889	6,11	359	1,25	73	1,873	110	0,295	17	0,751	44	1,941	114
4,794	6,71	319	1,68	80	1,882	90	0,295	14	0,824	39	2,029	97
5,774	6,36	349	1,32	75	1,992	115	0,296	17	8,111	46	1,941	112
4,961	6,28	311	1,46	72	1,945	96	0,281	13	0,809	40	2,785	138

b) Kohl.

Geerntete Menge kg	Trockensubstanz		Asche		Rohprotein		Rohfett		Rohfaser		N-freie Extraktstoffe	
	%	Gew. g	%	Gew. g	%	Gew. g	%	Gew. g	%	Gew. g	%	Gew. g
13,685	9,646	1320	0,921	126	2,612	357	0,146	19	1,049	143	4,918	673
15,095	9,630	1453	0,887	134	2,475	373	0,123	18	1,120	169	5,025	758
13,942	10,158	1416	0,904	126	2,800	390	0,176	24	1,179	164	5,099	711
9,942	11,351	1128	1,052	104	3,000	298	0,188	18	1,191	118	5,920	588
12,137	10,731	1302	1,008	122	2,869	348	0,194	23	1,342	162	5,318	645
9,864	9.669	953	0,870	85	2,450	241	0,222	21	1,075	106	5,052	398

c) Zwiebel.

Beet Nr.:	I	II	III	IV	V	VI
Geerntete Menge kg:	2,980	4,580	4,140	3,625	4,12	4,070

d) Gerste.

Beet Nr.	Korn (Gewicht kg)	Stroh (Gewicht kg)	Zusammen kg	Trock. sub. (an Korn-Gewicht in Prozent)	Asche	Rohprotein	Rohfette	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe
I.	0,677	1,213	1,890	85,515	2,825	13,781	1,760	4,926	62,223
II.	0,733	1,217	1,950	87,000	2,650	14,244	1,715	4,700	63,691
III.	0,715	1,437	2,152	86,900	2,830	14,519	1,819	4,653	63,079
IV.	0,681	1,374	2,055	85,695	2,810	14,056	2,240	4,063	62,526
V.	0,703	1,314	2,017	85,220	2,675	13,369	2,075	4,626	62,475
VI.	0,673	1,327	2,000	86,525	2,855	14,425	1,635	4,686	62,924

e) Sommerweizen.

Beet Nr.	Korn (Gewicht kg)	Stroh (Gewicht kg)	Zusammen kg	Trock. sub. (an Korn-Gewicht in Prozent)	Asche	Rohprotein	Rohfette	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe
I.	0,490	1,112	1,602	85,925	2,985	17,675	2,125	2,600	60,540
II.	0,496	1,373	1,869	86,385	2,920	17,456	2,055	2,766	61,188
III.	0,472	1,238	1,710	86,215	2,885	17,688	2,110	2,756	60,776
IV.	0,416	1,165	1,581	86,105	2,840	17,675	2,135	2,816	60,639
V.	0,478	1,225	1,703	86,080	2,555	17,675	2,190	2,766	60,894
VI.	0,426	1,201	1,627	86,555	2,610	17,513	2,060	2,766	61,606

Es steht außer Zweifel, daß man aus diesen Resultaten, besonders wegen der Kleinheit der Parzellen, wie auch aus jedweden ähnlichen Vegetationsversuchen, die auf verhältnismäßig kleinen Flächen und nur einmal, ohne parallele Kontrollversuche ausgeführt wurden, noch keine entgültigen Folgerungen ziehen kann. Immerhin hat das Übereinstimmen der Resultate bei Salat, Kohl und Sommerweizen eine gewisse Beweiskraft und kann das Fehlen der

Kontrollparzellen in gewissem Maße ersetzen. Die Unregelmäßigkeit und Abweichung im Verhalten der Gerste ist im Wesentlichen im Lagern derselben zu erklären. Immerhin halte ich weitere Bestätigung durch noch zahlreichere, ausgedehntere neue Versuche für sehr erwünscht.

Dies vorausgeschickt, läßt sich bei genauer Betrachtung der obigen Resultate eine, mit Ausnahme der Gerste, mehr oder weniger regelmäßige Beobachtung machen: die Frucht des Beetes II, steht quantitativ immer voran, wenn auch stellenweise nur mit geringer Differenz; ferner ist die quantitative Fruchtausbeute der Beete I und III, oft auch V annähernd dieselbe. Am deutlichsten zeigt sich diese Beobachtung beim Salat, Weißkohl und Sommerweizen; ziemlich deutlich auch, abgesehen von dem unerklärlich geringen Ertrage des Beetes I, bei der Zwiebel. Daß schließlich bei der Gerste keinerlei Regelmäßigkeiten wahrzunehmen sind, läßt sich vielleicht auf den im vorigen Kapitel erwähnten Umstand zurückzuführen, daß sie in einigen Beeten, wo die Vegetation einen üppigen Wuchs hatte, lagerte, was natürlich nicht ohne Einfluß auf die Ernteresultate der Körner und des Strohes sein konnte.

Wir sahen im ersten Kapitel, daß die Beete I und II — abgesehen von den verhältnismäßig sehr geringen Mengen mineralischer Bestandteile der für Beet II verwendeten Fäkalien —, eine gleiche Düngung erhalten hatten, jedoch mit dem Unterschiede, daß der Stickstoffgehalt bei Beet I mittels Chilisalpeter auf das Quantum ergänzt wurde, welches in dem für Beet II, verwendeten Fäkaldünger vertreten war. Daß nun trotz alledem und trotz der im Laufe der späteren Entwicklung angewandten ganz gleichen Behandlungsweise dennoch das Beet II die günstigeren Ernteresultate aufzuweisen hatte, muß seinen Grund — bei den in gleicher Menge zugefügten pflanzlichen Nährstoffen —, in der unmittelbaren Wirkung finden, welche der Dünger organischen Ursprungs auf den Boden ausübt; in jener Wirkung nämlich, auf die ich

schon einmal hingewiesen habe und zwar bei Betrachtung des verschiedenartigen Auflaufens der Getreidearten. Nur so können wir es begreifen, daß die in bezug auf Stickstoff nur ca. halb so stark gedüngten Beet: III und V durchwegs ziemlich gleiche Ernteresultate hatten wie Beet I.

Wenn wir nun die vorstehenden Resultate in bezug auf die Wirkung des Fäkaldüngers betrachten, so sehen wir, daß letzterer hauptsächlich auf die Entwicklung der Blattsubstanz von großem Einfluß ist. Diesen Umstand scheint neben dem äußerst blattreichen Kohl und Salat auch das Ernteresultat des Weizens zu bestätigen, indem bei letzterem die Kornernte der Beete I und II fast vollkommen gleich ist (0,490 bzw. 0,496 kg), wogegen die Strohernte zu Gunsten des Beetes II ein erhebliches Plus aufweist, da auf Beet I: 1,112 kg, auf II aber: 1,373 kg Stroh geerntet wurden.

Diese Erfahrung deutet darauf hin, daß der Fäkaldünger am nutzbringendsten beim Anbau von Gemüsearten und Grünfutterpflanzen anzuwenden und auszubeuten sei, auf welchen Umstand schon Dr. C. Fürst[1]) und A. H. Gothard[2]) — ersterer auf Grund einschlägiger Versuchserfahrungen in Deutschland, letzterer auf Grund solcher in Ungarn —, hingewiesen hatten.

---

1) C. Fürst: Die Torfstreu in ihrer Bedeutung für Stadt und Land. Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur. 1887. S. 118.

2) H. Gothard: A városi hulladékok értékesitése, Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe.

III. Teil.

11. Die Bedeutung der Fäkalfrage vom volkswirtschaftlichen Gesichtspunkte.

Heutzutage kann man diese Frage so einseitig, wie dies z. B. Liebig und — seiner Spur folgend — viele in den 80er und 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts taten, nicht beurteilen. Diese traten mit gewissen Forderungen zu Gunsten der Landwirtschaft auf und forderten, daß „die auf dem Körper der Landwirtschaft schmarotzenden Vampyre" — nämlich die Städte —, ohne Gegenleistung die dem Boden in Gestalt von konsumierten Viktualien entnommenen pflanzlichen Nährstoffe in Form von Fäkaldünger zurückgeben sollten. Dies verlange das volkswirtschaftliche Interesse!

Diese Forderung beruht auf starrer physiokratischer Auffassung. Vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus müssen wir die städtischen und im allgemeinen sämtliche menschlichen Fäkalien gewissermaßen als im Staatshaushalte befindliche Rohstoffe betrachten — und zwar als ebensolche, wie dies z. B. das im Innern der Berge enthaltene Erz repräsentiert —, aus welchem durch Hinzutun von Kapital und Arbeit wirtschaftliche Werte produziert werden können. Sie repräsentieren also gleichfalls eine Quelle des Reichtums des Landes und sind geeignet, den Wohlstand des Volkes zu heben.

Betrachten wir aber die Fäkalien als die der Verwertung harrenden Rohstoffe, so drängt sich von selbst die Frage auf, ob es berechtigt ist, Kapital und Arbeit

auf sie zu verwenden, und wenn dies bejaht wird, wo und in welchem Maße dies am rationellsten durchführbar wäre. Auf diese Fragen geben — indirekt zwar — die mit denselben im engsten Zusammenhange stehenden Umstände die verläßlichste Antwort. Letztere bestehen 1. in der Be-Befriedigung des heutigen Düngerbedarfs der Landwirtschaft; 2. in der Beseitigung der Fäkalien und 3. in den sich hieran knüpfenden hygienischen Forderungen.

Betrachten wir Punkt 1 — nämlich die Befriedigung des heutigen Düngerbedarfs der Landwirtschaft —, so finden wir zur Düngerverarbeitung der menschlichen Fäkalien vom volkswirtschaftlichen Standpunkte nur dann eine berechtigte Grundlage, wenn die auf diese Weise gewonnenen pflanzlichen Nährstoffe (N. P. K.) mit denjenigen künstlichen Düngemitteln annähernd gleichwertig sind, in denen diese pflanzlichen Nährstoffe heutzutage hauptsächlich geliefert werden. Da jedoch heute und in absehbarer Zeit durchaus nicht zu befürchten ist, daß die Quellen der Kali- und Phosphorkunstdünger, die die Landwirtschaft mit billigen und leicht zu behandelnden pflanzlichen Nährstoffen versehen, erschöpft sein werden; und da die Wissenschaft auch das Problem, vor welches die vollständige Ausbeutung der amerikanischen Chilisalpeterlager die intensive Landwirtschaft innerhalb kurzer Zeit schon gestellt hatte, durch Bindung des freien Stickstoffes der Luft nach verschiedenen Verfahren bereits vollständig gelöst hat, wird die Verarbeitung der menschlichen Fäkalien zu konkurrenzfähigem Dünger und ihre genügende Verwertung dabei sehr fraglich. Diese Frage muß aber günstiger beurteilt werden, wenn wir die Punkte 2 und 3 — die unvermeidliche Fäkalbeseitigung und im Anschluß an dieselbe die Hygiene —, gleichfalls berücksichtigen.

Um darauf hinweisen zu können, müssen wir noch einmal das Vorgehen nennen, mittels dessen die Fäkalien heutzutage aus den Häusern entfernt werden. In den an Flüssen gelegenen großen Städten herrscht 1. die Schwemm-

kanalisation; in den mittelgroßen Städten und dort, wo wegen Mangel an einem Flusse die Schwemmkanalisation nicht durchführbar ist 2. das Abfuhrsystem oder 3. Tonnen und Kübel ohne oder mit Torfstuhl; in den Dörfern im allgemeinen 4. das gewöhnliche Grubensystem oder in vielen Fällen überhaupt gar kein System und keine Einrichtung.

Dort, wo man auf Schwemmkanalisation eingerichtet ist, kann an eine Verarbeitung der Fäkalien zu Dünger — wenigstens zur Zeit —, überhaupt nicht gedacht werden. Es ist ausgeschlossen, daß die nach diesem System sehr stark verdünnten Exkremente irgendwie verwendbar wären, höchstens durch Rieselfelder wäre die Verwertung der sehr verdünnten Fäkalien möglich (Berlin), worauf ich aber hier nicht näher eingehen möchte. Auch die Technik vermag derzeit dies vorzügliche System durch kein besseres und praktischeres zu ersetzen. Es ist nämlich unleugbar, daß dies System die Fäkalien auf rascheste und auf denkbar ästhetischste Weise entfernt und vom Standpunkte des städtischen Bewohners den weitesten hygienischen Anforderungen genügt. Es hat jedoch einen Nachteil, selbst abgesehen von dem Zugrundegehen des von den Exkrementen repräsentierten Wertes —, daß man nämlich der Hygiene nur vom egoistischen Standpunkte gerecht wird, denn daß es das Wasser der Flüsse infiziert, ist, trotz aller Theorien der Selbstreinigung, eine durch die Erfahrung vielfach erwiesene unbestreitbare Tatsache.[1])

Infolgedessen erleiden die flußabwärts wohnenden Menschen zu Gunsten der Bequemlichkeit der Höherwohnenden einen Schaden als Folge der Schwemmkanalisation. Diese Schäden wachsen selbstverständlich im Verhältnis zur Zunahme der Bevölkerung; daher ist auch nicht zu erwarten, daß dies System vom Standpunkte der erfolg-

---

1) Siehe S. 20 dieser Arbeit.

reichen Fäkalbeseitigung — in Anbetracht der Hygiene — auf der ganzen Linie allgemein erreichbar wäre.

Unter den übrigen Mitteln der Fäkalbeseitigung besitzt das Abfuhrsystem zwei große Fehler, die seine Existenzberechtigung im Grunde zweifelhaft machen, und zwar besteht der eine darin, daß die Unterbringung der zwecks Verarbeitung meistens stark verdünnten Fäkalien große Sorge bereitet; der andere wieder, daß die Fäkalstoffe im Hause für längere Zeit, meist mehrere Monate hindurch, bleiben und dadurch eine Gefahr darstellen. Die Unhaltbarkeit des Grubensystems im Dienste dieses Zweckes ist derart evident, daß ich über dasselbe kein weiteres Wort verlieren möchte.

Es bleibt also nichts anderes übrig, als das Tonnen- oder Kübelsystem, das in mittelgroßen Städten und Dörfern die idealste Methode der Fäkalbeseitigung ist, gegen die auch die Hygiene keinen Einwand erheben kann. Bei diesem System werden die Fäkalien in Gefäßen, Tonnen, aufgefangen; dabei ist zu einem in seinen Folgen stets schädlichen Einsickern in die Erde keine Gelegenheit geboten, ebenso ist eine Luftinfektion bei Fäulnis und Zerfall der Fäkalien durch öfteren Wechsel der Tonnen und auch noch dadurch, daß hier die Gelegenheit unmittelbar zu einer vollkommenen und sicheren Desinfektion stets gegeben ist, — ausgeschlossen.

In dem Momente aber, in welchem das Tonnensystem vom Standpunkte der Fäkalbeseitigung eine Existenzberechtigung erlangt, ist auch die Gelegenheit zur vollkommenen Ausnützung der in den menschlichen Exkrementen enthaltenen Werte und zu deren Verwertung vom landwirtschaftlichen Standpunkte gegeben. Diese Verwertung findet z. B. bereits in einigen kleinen Städten Ungarns durch Hinzutun des Torfes als Konservierungsstoff Verwendung. Unter besonderer Beachtung der Desinfektion war es der Zweck meiner oben dargelegten Arbeit, die Konservierung zu vervollkommnen. Im Folgenden wollen

wir kurz betrachten, welches diejenigen Umstände sind, die zu einer berechtigten Zunahme dieses Systems bei uns in Ungarn drängen, und welche Hoffnungen vom volkswirtschaftlichen und sozialen Standpunkte aus sich an dasselbe knüpfen.

Die höchste und wichtigste Forderung stellt die allgemeine Hygiene, die es erfordert, daß ihr bei der Fäkalbeseitigung nach jeder Richtung hin Genüge geleistet werde, indem nach dem oben bereits Gesagten — mit Ausnahme einiger größerer Städte, in denen die Schwemmkanalisation in Gebrauch ist —, überall, selbst in den Dörfern das Tonnensystem eingeführt werde. Um die Berechtigung dieser Forderung zu begründen, genügt der Hinweis auf die in den letzten zwei Jahren Ungarn vom Balkan her drohende Cholera und auf die gegen diese eingeleiteten Präventivmaßregeln. Bei diesen Umständen, da der sanitäre und kommunale Apparat eines ganzen Landes in Bewegung gesetzt war, hatte ich Gelegenheit wahrzunehmen, daß die zur Desinfizierung der menschlichen Fäkalien veranlaßten strengen Maßregeln in den meisten Fällen an den zwecklosen — und in den Dörfern im allgemeinen nicht einmal existierenden — Einrichtungen, die im Dienste der Fäkalbeseitigung stehen, scheiterten.

Da wir heute in einer Zeit leben, in der der Staat im Interesse der Hygiene seine Forderungen sehr richtig mit unerbittlicher Strenge durchführt, so wäre es, meiner Ansicht nach, eine dringende Aufgabe, daß die Staatsgewalt von ihren Bürgern die Errichtung solcher zweckmäßigen Einrichtungen fordere, die den sanitären Ansprüchen in jeder Hinsicht genügten. An diese früher oder später ohnedies zu realisierende Forderung würde ich naturgemäß die gewerbliche Verarbeitung der menschlichen Fäkalien zu Dünger und auch deren landwirtschaftliche Ausnützung knüpfen.

Welche Perspektive dies vom volkswirtschaftlichen Standpunkte in Ungarn bietet, diesbezüglich möchte ich

auf folgende Tatsachen hindeuten. Statistische Daten ergaben, daß es in Ungarn 1,279,718 sogenannte Zwerggrundbesitzungen gibt.[1]) Bekanntermaßen ist die Gruppe von Besitzern der Grundstücke — die 5,84 % des landwirtschaftlich bearbeiteten Bodenteiles ausmacht —, in vielen Fällen nicht in der Lage, Vieh zu halten. Infolge dieses Mangels kommen diese Parzellen selten zu dem notwendigen Dünger, um die Erträge auf einem befriedigenden Niveau zu erhalten. Infolgedessen geht die Leistung dieser Betriebe vielfach von Jahr zu Jahr zurück, und es ist natürlich, daß hierdurch traurige nationalökonomische Folgerungen und sozialpolitische Wirkungen nicht ausbleiben. Wir sehen dann bei diesen Parzellenbesitzern oft die Erscheinung, daß der ungarische Bauer, bei dem Hang und Liebe zu seiner bescheidenen Scholle unaussprechlich groß ist, der jedoch auf ausgebeuteten und extensiv bearbeiteten Feldstücken nicht weiter zu vegetieren vermag — um Reisespesen zu haben, seinen Besitz zu Geld macht und in der Hoffnung, daß er bereichert zurückkehrt und mehr Grund und Boden kauft, nach Amerika auswandert. Daß jedoch diese Hoffnungen in den meisten Fällen unerfüllt bleiben, darin will ich mich hier nicht weiter vertiefen.

Darauf jedoch, daß an diesem schädlichen Übel, das jährlich so viele Arbeiter der ungarischen Landwirtschaft entzieht, die heutige Kunstdüngerwirtschaft helfen könne, haben wir wenig Aussicht, da zur Einrichtung einer intensiveren Ausnutzung durch Kunstdünger diesem Zwergbesitzer ebensowohl das materielle, als auch das geistige Kapital fehlt. Ganz anders würden sich jedoch die Verhältnisse gestalten, wenn der Bauer durch obligatorische Einrichtung des Tonnensystems aus sanitären Rücksichten gezwungen wäre, die Fäkalien aufzufangen. Betrachten wir einmal die Verhältnisse im Rahmen einer 6 Personen

1) A magyar szeut koroa országainak mezögazdasági statistikája. IV. Kötet. Budapest 1900. — Landw. Statistik der Länder der ungarischen heiligen Krone. IV. Band.

zählenden Familie und welche Fäkalmenge einem solchen kleinen Manne zur Verfügung stände. Zur Aufsaugung, Bindung und Desinfizierung der von 6 Personen produzierten rohen Fäkalmenge von 2919 kg 33% Konservestoff gerechnet, würde insgesamt eine Menge von 3892 kg rohe Fäkaldünger zu gewinnen sein. Das wäre an sich zwar noch nicht sehr viel; doch wenn wir bedenken, daß dasselbe Quantum von Jahr zu Jahr dieser kleinen Parzelle zur Verfügung steht und daß bei Verallgemeinerung dieses Systems dem Parzellenbesitzer Gelegenheit geboten wird, dabei Düngerstoffe billig und, was die Hauptsache ist, an Ort und Stelle beschaffen zu können, so würde sich auf diese Weise zur Entwicklung des intensivsten Gartenwirtschaftsbetriebes die Möglichkeit ergeben. Dies dagegen würde eine nützliche und produktive Ausnutzung der Arbeitskraft der Familienglieder bedeuten, was im Endresultate zur Befestigung der Wohlhabenheit der ganzen Familie führen könnte. Hierin äußert sich sozusagen die sozialpolitische Wirkung der Fäkalfrage; nebenbei jedoch greift die Sache in demselben Falle auch an einem anderen Punkte in das volkswirtschaftliche Interesse Ungarns ein. Die ungarischen Städte werden nämlich fast ausschließlich durch bulgarische Gärtner, die sich im Lande als Parzellenpächter niedergelassen haben, mit Gartengewächsen — besonders Grünzeug und Gemüsearten — versorgt. Diese stehen meistens ohne Konkurrenz da und üben wahre Monopolrechte an den auf sie angewiesenen Stadtbewohnern aus. Hiergegen eine wirksame Konkurrenz zu schaffen, wäre eine wichtige Aufgabe der in den Händen des einheimischen Zwergbesitzers liegenden Gartenkultur, die mit Hilfe des nach den Tonnensystem produzierten Fäkaldüngers emporblühen würde.

Doch abgesehen von den Zwergbesitzern, steht die volkswirtschaftliche Bedeutung des Fäkaldüngers mit den Interessen anderer landwirtschaftlicher Faktoren in enger Verbindung. Seitdem die Phylloxera aufgetreten ist, wurde

der Wein auf die immunen Sandböden verdrängt; dieser Umstand veränderte während der seit jener Zeit vergangenen drei Dezennien das wirtschaftliche Bild ganzer Gegenden (Kecskemét, Czegléd, Szabadka). An der Stelle der einst unrentablen landwirtschaftlichen Gebiete liegen jetzt prachtvolle Weingärten. Auf diesen an Pflanzennährstoffen ohnehin armen Böden ist nur dann ein erfolgreicher Weinbau zu erzielen, wenn für die Erhaltung des Bodens an produktiver Kraft ständig gesorgt wird. Und dies stellt die Weinbauer stets vor das größte Problem: woher die nötigen Düngermengen nehmen? In den meisten Fällen betreibt der Weingartenbesitzer nicht auch gleichzeitig Landwirtschaft, folglich ist keine Hoffnung vorhanden, daß die Fechsung des Weingartens durch den hier produzierten Stallmist gesichert werde. Angenommen aber, es gebe Bauernbesitzer von 20—30 kat. Joch, so wird — selbst wenn dies der Fall wäre —, die Gefahr entstehen, daß der Wein den Dünger den landwirtschaftlichen Gebieten entzieht, und daß so die Volkswirtschaft durch den Rückgang der Durchschnittserträge jener geschädigt wird. Mit Kunstdünger an dieser Sache helfen zu können, ist meiner Ansicht nach eine sehr schwere Aufgabe, da doch die Kunstdüngemittel einseitig sind; ihre richtige und zweckmäßige Anwendung jedoch wäre auch eine Sache, die mit der Natur des ungarischen Bauern gar nicht vereinbar ist! Und noch ein sehr wichtiges Hauptargument für diejenigen, die von der großen Bedeutung einer guten physikalischen Eigenschaft des Bodens überzeugt sind, ist die Tatsache, daß wir mittels Kunstdüngers in den Boden keinen Humus bringen. Was aber die Besserung der mechanischen und physikalischen Beschaffenheit des Bodens infolge Anwendung von Fäkaldünger gewissermaßen als Nebennutzen bedeutet — es handelt sich um Flugsand —, bedarf bei Sachverständigen keiner weiteren Erörterung. All dies beweist uns nur, daß der Fäkaldünger für den Weinbauer auch einen wahren Segen bedeuten würde.

Die Frage der Verwertung der Fäkalstoffe wurde in erster Linie durch die Hygiene, dann durch die Landwirtschaft in die allgemein volkswirtschaftliche Interessensphäre gezogen. Tun wir jedoch noch einen Schritt weiter, so gesellt sich hierzu noch ein dritter Standpunkt. Wir erklärten nämlich am Anfang dieses Kapitels — vom volkswirtschaftlichen Gesichtspunkte aus betrachtet —, die menschlichen Fäkalien als Rohstoffe, deren Verarbeitung in wertvolle Stoffe auf Grund der bisher erfolgten Auseinandersetzung unter gewissen Umständen begründet erscheint. Und dieser Verarbeitungsprozeß birgt als stoffveredelndes Gewerbe diesen dritten Faktor in sich, der gleichfalls dem allgemeinen volkswirtschaftlichen Interesse dienen soll. Wie ich in dem von den Konservierungsstoffen handelnden Kapitel kurz darlegte, würden diese andererseits auch einem anderen Rohstoff, der meistens im Lande unausgenützt daliegt, — der Verwertung des Torfes den Weg bahnen. Die Vereinigung dieser beiden Rohstoffe zu wertvollen Gütern würde in weiterer Folge Arbeiterhände beschäftigen. Dafür liegt jedoch neuerdings zweifellos ein besonderes volkswirtschaftliches Interesse vor, wenn wir zu Gunsten der heimischen Arbeiterklasse von denjenigen Arbeitslöhnen etwas zu retten vermögen, die wir bisher in Form von Preisen für Kunstdünger an das Ausland zahlten.

Wir sehen also, daß sich, teilweise durch die vom Standpunkte der allgemeinen Gesundheitspflege wünschenswerte Fäkalbeseitigung, teilweise aber infolge des Ackerbaues bzw. der Sozialpolitik eine ganze Reihe von volkswirtschaftlichen Interessen knüpfen an diese einfache und heute ganz außer acht gelassene Frage: der Verarbeitung der menschlichen Fäkalien zu Dünger. Gerade deshalb würde ich das Ziel meiner Mühe als erreicht bezeichnen, selbst dann, wenn es nur gelingt, die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf die eminente Bedeutung der Fäkalfrage zu lenken.

An dieser Stelle sei mir gestattet, allen den Herren meinen verbindlichsten Dank auszusprechen, die mich bei dieser Arbeit in freundlicher Weise unterstützten und förderten.

In erster Linie schulde ich Dank Herrn Kaiserlichen Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. F. Wohltmann, der mir in liebenswürdiger Weise gestattete, die Arbeit im Laboratorium des landwirtschaftlichen Instituts auszuführen.

Ferner danke ich Herrn Prof. Dr. P. Holdefleiß, meinem hochverehrten Lehrer, der durch ständige Überwachung und sein gütiges Entgegenkommen, mit Rat und Tat die Durchführung meiner ganzen Arbeit leitete.

Auch Herrn Dr. Marshall spreche ich hiermit für freundliche Ratschläge bei den verschiedenen chemischen Untersuchungen meinen Dank aus.

Endlich bin ich meinem Kollegen, Herrn cand. agr. L. Szamek für die mühsame Kontrollnachrechnung meiner Tabellen zu herzlichem Dank verpflichtet.

Lebenslauf.

Ich, Julius v. Baskay, ungarischer Staatsangehöriger, ref. Konfession, wurde am 15. Mai 1888 als Sohn des Gutsverwalters Franz v. Baskay und Marie v. Bornemissza in Felsö-Bâbi puszta, Comitat Nógrâd, geboren. Nach Beendigung meiner Elementarstudien besuchte ich vier Jahre lang das staatliche Obergymnasium zu Losoncz und weitere vier Jahre das vereinigte protestantische Obergymnasium zu Rimaszombat, wo ich die Abiturientenprüfung im Jahre 1907 bestand. Im selben Jahre noch rückte ich als Einjährig-Freiwilliger zum k. und k. Infanterieregiment Nr. 25 in Losoncz ein, und nach Ablegung der Reserve-Offizierprüfung beschäftigte ich mich ein Jahr hindurch mit juristischen Studien an der Rechtsakademie zu Eperjes. Im Jahre 1909 wandte ich mich dem Studium der Landwirtschaft zu und wurde an der Kgl. Ungarischen Landwirtschaftlichen Akademie zu Kassa immatrikuliert. Hier erwarb ich nach sechs semestrigem Studium das Diplom. Während dieser Zeit war ich wiederholt auf meinem väterlichen Gute praktisch tätig. Von dort kam ich, um meine Kenntnisse auch in Deutschland zu vervollständigen, im Wintersemester 1912/13 nach der Universität Halle, wo ich drei Semester hindurch die zur Entstehung der vorliegenden Arbeit erforderlichen Studien und Versuche ausgeführt habe.

Ich besuchte Vorlesungen und Übungen folgender Herren Professoren:

in Kassa:

D. Bölöny, J. Buday, O. Eöttevényi-Nagy, N. Halász, K. Karsai, J. Mezey, E. Nyiredy, J. Schürger, E. Stolp, St. Szabó, K. Szeybold, St. Uitz, K. Varga, P. Vörös, S. Zalka;

in Halle a. S.:

G. Brodnitz, J. Conrad, H. Henseler, P. Holdefleiß, P. Menzer, K. Steinbrück, F. Wohltmann, H. Wolff.